

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN 2007



▲ *Entrevista:*

Jacques Lochard

Director de CEPN

- ▲ *Dosimetría personal basada en la Luminiscencia Estimulada Ópticamente (OSL)*
- ▲ *Modelos de dispersión de radionúclidos para el litoral andaluz: una herramienta de ayuda al proceso de toma de decisiones tras un vertido radiactivo*

NORMAS DE PUBLICACIÓN

La revista **RADIOPROTECCIÓN** es el órgano de expresión de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

Los trabajos que opten para ser publicados en **RADIOPROTECCIÓN** deberán tener relación con la protección radiológica y, en general, con todos los temas que puedan ser de interés para los miembros de la SEPR.

Los trabajos deberán ser originales y no haber sido publicados en otros medios, a excepción de colaboraciones de especial interés, según criterio del Comité de Redacción. Su reproducción, total o parcial, sólo podrá realizarse previa autorización escrita de la empresa editora de la Revista.

La editorial acusará recibo de los trabajos, sin compromiso de publicación. El Comité de Redacción decidirá admitir o rechazar el artículo, o solicitar el asesoramiento del Comité Científico.

En este último caso, el artículo será enviado al menos a un miembro de este Comité, que podrán aprobar (con o sin comentarios) o rechazar el artículo. Si hay comentarios, éstos se harán llegar a la editorial, que los comunicará a los autores para su consideración.

Los originales estarán a disposición de los autores que deseen recuperarlos, una vez publicado el artículo, en la editorial.

Los conceptos expuestos en los trabajos publicados en esta Revista representan exclusivamente la opinión personal de sus autores.

La Revista incluirá, además de artículos científicos, secciones fijas en las cuales se reflejarán noticias de la propia Sociedad, otras informaciones de interés, publicaciones, etc. Se incluirá también una sección de "Cartas al Director".

Todas las contribuciones se harán en castellano y se enviarán por correo electrónico a la dirección: redaccionpr@gruposenda.net

o por correo postal a:

SENDA Editorial.

Revista **RADIOPROTECCIÓN**

C/Isla de Saipán, 47. 28035 MADRID.



1. ORIGINALES

Los artículos deberán cumplir las siguientes normas técnicas:

- El idioma de la revista es el castellano

- El trabajo original tendrá una extensión máxima de 10 páginas (cuerpo 12, interlineado sencillo). Los gráficos, dibujos y fotografías se consideran aparte.

- Los trabajos se entregarán en diskette, con tres copias en papel. Se utilizará un tratamiento de textos estándar (word, wordperfect).

- Las fotografías deberán entregarse en original (papel o diapositiva). Las imágenes digitalizadas deberán tener una resolución superior a 300 ppp. En caso contrario, se entregarán en papel.

2. TÍTULO Y AUTORES

En la presentación deberá figurar, y por este orden, título del artículo, nombre y apellidos de los autores, nombre y dirección del centro de trabajo, domicilio para la correspondencia, teléfono de contacto y otras especificaciones que se consideren oportunas.

3. RESÚMENES EN CASTELLANO E INGLÉS

Tendrán una extensión máxima de 100 palabras en cada idioma y expresarán una idea general del artículo.

4. TEXTO

Estará dividido en las suficientes partes y ordenado de forma que facilite su lectura y comprensión, ajustándose en lo posible al siguiente esquema: Introducción, Desarrollo, Resultados y Conclusiones.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Se presentarán según el orden de aparición en el texto, con la correspondiente numeración correlativa.

Se utilizarán las abreviaturas recomendadas en el Chemical Abstracts y en el Index Medicus.

6. ILUSTRACIONES Y TABLAS

Los gráficos y las fotografías irán numerados en números arábigos, de manera correlativa y conjunta, como figuras.

Las tablas se presentarán con la numeración en números romanos y el enunciado correspondiente; las siglas y abreviaturas se acompañarán de una nota explicativa a pie de página.

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Directora

Paloma Marchena

Coordinadora

Beatriz Robles

Comité de Redacción

Borja Bravo

Cristina Garrido

Rosa Gilarranz

José Gutiérrez

Olvido Guzmán

Carlos Huerga

Teresa Navarro

Lola Patiño

Matilde Pelegrí

Pedro Ruiz

Celia Torres

Ángeles Trillo

Fernando Usera

Coordinador de la página electrónica

Juan Carlos Mora

Comité Científico

Presidente: José Gutiérrez

David Cancio, Luis Corpas, Felipe Cortés,
Antonio Delgado, Eugenio Gil,

Luciano González, Araceli Hernández,
José Hernández-Armas,

Ignacio Hernando, Rafael Herranz,
Pablo Jiménez, Juan Carlos Lentijo,

Xavier Ortega, Pedro Ortiz, Teresa Ortiz,
Turiano Picazo, Rafael Puchal,

Luis Quindós, Rafael Ruiz Cruces,
Guillermo Sánchez, Eduardo Sollet,

Luis M. Tobajas, Alejandro Ubeda,
Eliseo Vañó.

Realización, Publicidad y Edición:

SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: Matilde Pelegrí

Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid

Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77

Correo electrónico: info@gruposenda.net

Imprime: IMGRAF, S.L.

Depósito Legal: M-17158-1993 ISSN: 1133-1747

La revista de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA es una publicación técnica y plural que puede coincidir con las opiniones de los que en ella colaboran, aunque no las comparta necesariamente.



EDICIÓN JUNIO 2008

S U M A R I O

- Editorial **3**
- Entrevista **4**
 - Jacques Lochard
Director de CEPN
- Noticias **8**
 - de la SEPR 8
 - de España 52
 - del Mundo 56
- La Protección Radiológica en 2007 **15**
- Colaboraciones **38**
 - Dosimetría personal basada en la Luminiscencia Estimulada Ópticamente (OSL) 38
C. Prieto, E. Vanó, J.M. Fernández, J.M. Ordiales, A. Floriano, D. Martínez y J. M. Crespo
 - Modelos de dispersión de radionúclidos para el litoral andaluz: una herramienta de ayuda al proceso de toma de decisiones tras un vertido radioactivo 46
R. Periañez y A. Pascual-Granged
- Proyectos de Investigación **60**
- Publicaciones **61**
- Convocatorias **63**

Editorial

Hace unos días se celebró la Jornada sobre la Protección Radiológica de 2007, en el Instituto de Ingeniería de España. Creo que podemos estar satisfechos del éxito de participación, tanto de público como de ponentes y de haber cumplido su objetivo principal por segundo año consecutivo: reciclarnos mediante el conocimiento mutuo de las actividades de nuestra querida Sociedad. En nombre de la Junta Directiva, os doy las gracias a todos aquellos que lo habéis hecho posible.

En este día tuvo también lugar la Asamblea General, en la cual fue aprobado por unanimidad de los presentes el Plan Estratégico 2008-2012. Dicho Plan puede descargarse de la Web. Este se desarrolla alrededor de cuatro grandes líneas estratégicas, que son:

- 1.- Progreso de la Protección Radiológica.
- 2.- Desarrollo organizativo y financiación.
- 3.- Servicios a sus socios.
- 4.- Relaciones con la sociedad.

De nuevo, la Junta Directiva y la Comisión de Actividades Institucionales reiteran el deseo de que TODOS los socios participemos activamente en el desarrollo de este Plan, para que logremos optimar la SEPR a la demanda social actual. El éxito del mismo depende de todos, y ese es uno de nuestros retos actuales.

Por otro lado, queda menos de un año para otro de nuestros retos, la realización del próximo Congreso en Alicante (2-5 Junio de 2009), junto a la Sociedad Española de Física Médica. El Congreso de Tarragona supuso un éxito en todos los aspectos y va a ser difícil de superar. Por ello es nuestra misión apoyar con nuestras contribuciones científicas y la ayuda logística a los diferentes comités para que constituya un éxito de ambas sociedades.

En este número de la revista encontramos una entrevista con Jacques Lochard, Director del CEPN (Francia), así como sendos artículos científicos muy interesantes sobre "Dosimetría personal basada en la luminiscencia estimulada ópticamente (OSL)", del Servicio de Física Médica. Hospital Clínico San Carlos; y sobre "Modelos de dispersión de radionúclidos para el litoral andaluz: una herramienta de ayuda al proceso de toma de decisiones tras un vertido radioactivo", del Departamento de Física Aplicada. Universidad de Sevilla.

Por último, deseamos unas magníficas vacaciones de verano.

Un abrazo para todos

Rafael Ruiz Cruces
Presidente de la SEPR



Junta Directiva

Presidente: Rafael Ruiz Cruces
Vicepresidente: Pío Carmena
Secretaría General: M^{ra} Teresa Macías
Tesorera: Cristina Correa
Vocales: Manuel Alonso, Carmen Álvarez, José M. Fernández Soto, Teresa Navarro, Domingo Sustacha, Ricardo Torres

Comisión de Actividades Científicas

Presidente: Pío Carmena
Secretaría: Isabel Villanueva
Vocales: Josep Baró, Francisco Carreras, Antonio Delgado, Marisa España, Natividad Ferrer, Francisco García Acosta, Fernando González, Margarita Herranz, Paloma Marchena, M^{ra} Luisa Marco, Carmen Rueda, Guillermo Sánchez de León, Alejandra Úbeda, Rosa Villarreal

Comisión de Publicaciones

Presidenta: Teresa Navarro
Secretaría: Paloma Marchena
Vocales: David Cancio, Eduardo Guibelalde, José Gutiérrez, Juan Carlos Mora

Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Presidente: Cristina Correa
Vicepresidente: Pío Carmena
Vocales: Carolina Álvaro, Eduardo Gallego, M^{ra} Jesús Muñoz, M^{ra} Teresa Ortiz, Beatriz Robles

Comisión de Asuntos Institucionales

Presidente: Rafael Ruiz Cruces
Secretario: Pío Carmena
Vocales: Leopoldo Arranz, David Cancio, Pedro Carboneras, Manuel Fernández, José Gutiérrez, Ignacio Hernando, Xavier Ortega, Juan José Peña, Manuel Rodríguez, Eduardo Sollet

Secretaría Técnica

Capitán Haya, 60
28020 Madrid
Tel.: 91 749 95 17
Fax: 91 570 89 11
Correo electrónico: secretariasocietades@medynet.com



La Junta Directiva informa

La Junta Directiva de la SEPR celebró su última reunión el día 21 de abril en ENRESA (Madrid) y la primera Asamblea General del año 2008, el día 22 de abril.

En la reunión se aprobaron los siguientes asuntos:

- La incorporación de 7 nuevos socios de número y la baja de dos. En la actualidad la SEPR cuenta con 605 socios de número.
- Nuevas incorporaciones a las Unidades Organizativas de la SEPR
 - Comisión de Asuntos Institucionales: D. Eduardo Gallego.
 - Comisión de Actividades Científicas: D. Ricardo Torres y D. Antonio Delgado en calidad de coPresidente del Comité Científico del Congreso conjunto SEFM-SEPR.
 - Comisión de Publicaciones: D. José Gutiérrez, en calidad de Presidente del Comité Científico de RADIOPROTECCIÓN, Dña. Rosa Gilarranz, al Comité de Redacción de la revista y D. Juan Carlos Mora que

sustituye a D. Joan Font como coordinador de la página WEB de la Sociedad.

- Asuntos económicos de la Sociedad: cierre del Ejercicio del año 2007 y presupuestos del año 2008.

Otros aspectos destacables fueron:

- Plan Estratégico de la SEPR

Se ha iniciado la puesta en marcha del Plan Estratégico de la Sociedad. Para ello se han distribuido las tareas a corto plazo recogidas en dicho documento entre los miembros de la Junta Directiva y las diferentes Comisiones de la Sociedad. En línea con estas tareas se ha elaborado nuevo material de difusión de la SEPR, destacando el folleto de presentación de la Sociedad (este documento puede descargarse de la página web de la SEPR), la edición de los Estatutos de la Sociedad y los carnés acreditativos de la condición de Socio (estos documentos serán enviados por correo postal a los socios).

- Colaboración con la exposición francesa "Vous avez dit Radioprotection?"

El CEPN francés ha organizado una exposición de tipo divulgativa titulada "Vous avez dit Radioprotection?" en Francia. El Director de la citada Institución, D. Jaques Lochar, solicitó la colaboración de la SEPR para trasladar a Buenos Aires la exposición indicada coincidiendo con el Congreso IRPA 12. Las necesidades financieras derivadas del traslado de la exposición a Argentina serán cubiertas por la SEPR, el Ayuntamiento de Buenos Aires y la embajada francesa en Argentina, siendo la colaboración de la Sociedad de carácter técnico.

- Los temas relacionados con el Congreso conjunto SEFM – SEPR así como con la reunión mantenida con representantes de la SEPR se desarrollan en otros apartados de esta revista.

Los asuntos desarrollados en la Asamblea General de la SEPR celebrada en Madrid, pueden consultarse, directamente, en el Acta correspondiente en la página web de la Sociedad.

M^{ra} Teresa Macías

Congreso conjunto SEFM-SEPR

Alicante, 2 - 5 de Junio 2009

Las Sociedades Españolas de Física Médica y de Protección Radiológica, conscientes de que entre sus contenidos y finalidades son más las cosas que unen que las que separan, han decidido llevar a cabo el primer congreso conjunto con el ánimo de aunar esfuerzos, dinamizar perspectivas y rentabilizar recursos.

Somos muchos los que deseamos que esta experiencia resulte satisfactoria para todos y permita plantear una proyección de futuro de esta conjunción. En eso estamos.

Alicante ha sido el lugar escogido, y las fechas –2 a 5 de junio de 2009–, parecen adecuadas para estimular una gran presencia de congresistas.

Los congresos de ambas Sociedades han venido siendo el escaparate de las aportaciones de todos aquellos profesionales que desde sus ámbitos de actuación, bien sanitarios, bien industriales, investigadores o productores de energía, han aportado lo más novedoso de su quehacer diario. Ser conscientes de que



las distintas trayectorias pueden confluir en un proyecto común, es lo que nos ha llevado a determinar el lema de este primer congreso conjunto: "Física Médica y Protección Radiológica".

Nuestro objetivo es dar cabida a todas las áreas científicas, algunas de ellas solapadas en las dos Sociedades, que estimule la participación de los más de 1.000 profesionales implicados en el desarrollo y aplicación de las radiaciones en muy diversos ámbitos, aprovechando sus indudables beneficios y minimizando sus riesgos.

Estamos viviendo, en la actualidad, un momento de grandes cambios normativos tanto internacionales como en nuestra legislación, debido a varios factores: los nuevos avances



en materia de radiobiología, las lecciones aprendidas de recientes accidentes en el área médica y en la industria, el uso creciente de las radiaciones en medicina y su desarrollo tecnológico espectacular, el compromiso creciente de la protección del medio ambiente, etc. En este sentido conviene resaltar la reciente publicación de las nuevas recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), las futuras Normas Básicas de Protección y Seguridad Radiológica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Unión Europea y la nueva Ley

de Reforma de la Ley de Creación del CSN, de noviembre de 2007. Esperamos que este congreso sea el foro adecuado para la exposición, conocimiento y discusión de todos y cada uno de los aspectos de nuestra profesión que permitan la mayor y mejor divulgación de sus contenidos teniendo en cuenta la experiencia de sus usuarios.

Para ello, en nombre del Comité Organizador y Científico os invito a una participación lo más amplia y enriquecedora posible. Por nuestra parte ya hemos empezado a hacer todo lo necesario para que esta experiencia sea un éxito. Creemos que Alicante pondrá de su parte todo aquello que permita una estancia placentera y os provea de un grato recuerdo.

- Fecha límite presentación resúmenes: 15-enero-2009
- Fecha comunicación de aceptación o no: 1-marzo-2009
- Fecha de entrega de trabajos y presentaciones: 1-mayo-2009
- Fecha límite inscripción reducida: 15-marzo-2009

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente: Bartolomé Ballester.

Vicepresidentes: Leopoldo Arranz y Waldo Sanjuanbenito.

Vocales: Diego Burgos, Juan Manuel Campayo, Manuel Fernández Bordes, Ramiro Fragío, Francisco García Cases, Miguel López Tortosa, José Ángel Martínez Navarro, Juan Antonio Mesa, José Peiró, José Richart Y Anastasio Rubio.

COMITÉ CIENTÍFICO

Copresidentes: Antonio Delgado y Bonifacio Tobarra.

Secretario: Damián Guirado.

Vocales: Carmen Álvarez, Josep Baró, Antonio Brosed, Manuel Buades, Salvador Calzada, Alfonso Calzado, Emilio Casal, Vicente Crispín, Enrique De Sena, M^a Luisa España, J. Pedro Fernández Letón, Juan Gultresa, Antonio M. Lallena, Rafael Larretxea, Juan Carlos Mateos, Luis Núñez, M^a Teresa Ortiz, José Pérez Calatayud, Almudena Real, Montserrat Ribas, M^a Ángeles Rivas, Beatriz Robles, Rafael Ruiz Cruces, Eduardo Sollet, Vicente Serradell, Luis Miguel Tobajas, Alejandro Úbeda y Jose M^a Vega.

ÁREAS TEMÁTICAS:

1. Caracterización y efectos biológicos de la exposición a las radiaciones ionizantes y no ionizantes.

- Exposición externa e interna. Dosimetría personal.

- Métodos de medida e instrumentación. Metrología.
- Métodos de cálculo y simulación. Monte Carlo.
- Radiobiología y epidemiología.

2. Aplicaciones de la Física en Medicina

- Diagnóstico por la imagen:
 - Radiodiagnóstico.
 - Medicina Nuclear.
 - Resonancia magnética y ultrasonidos.
 - Tratamiento de la imagen médica.
- Radioterapia:
 - Dosimetría física.
 - Dosimetría clínica.
 - Braquiterapia.
 - Técnicas especiales.
 - Nuevas tecnologías.
- Control y garantía de calidad
- Biofísica e Informática.
- Docencia en Física Médica.

3. Seguridad y Protección en el uso de las radiaciones

- Desarrollo del Sistema de Protección Radiológica.
- Desarrollo normativo de la utilización de las radiaciones.
- Formación y docencia en PR.
- Protección Radiológica operacional.
- Protección Radiológica del paciente.
- Protección Radiológica del público y del medio ambiente.
- Accidentes y emergencias radiológicas.
- Gestión de residuos radiactivos.
- Radón en edificios.
- Industrias y materiales con radiactividad natural (NORM).
- Aspectos sociales y éticos en Protección Radiológica.

Bartolomé Ballester Mol

Reunión de la Sociedad Francesa de Radioprotección (SFRP) con la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR)

El pasado 9 de mayo, representantes de la Sociedad Española de Protección Radiológica mantuvieron, en Madrid, una reunión de trabajo con representantes de la Sociedad Francesa de Radioprotección, con objeto de impulsar la colaboración entre ambas sociedades.

La SFRP estuvo representada por D. Dominique Miniere, Presidente de la Sociedad, D. Jacques Lombard, Secretario General, D. Herve Bernard, Secretario de la Sociedad, D.

- Bernard Le-Guen, Presidente de la Comisión de Relaciones Internacionales de la SFRP y D. Jacques Lochard, Secretario General de IRPA y promotor de la Exposición "Vous Avez Dit Radioprotection?".

En nombre de la SEPR asistieron en representación de la Junta Directiva, D. Pio Carmena, Dña. Cristina Correa y Dña. M^a Teresa Macías, así mismo participaron en la reunión, D. Leopoldo Arranz, D. Pedro Carboneras y D. Eduardo Gallego.

La reunión comenzó con la presentación de cada Sociedad realizada por el Presidente de la SFRP y el Vicepresidente de la SEPR, quien entregó a los representantes de la SFRP los folletos de presentación de la Sociedad, el Plan Estratégico y el programa de actividades de la misma para el año en curso.

Los aspectos desarrollados en la reunión fueron los indicados a continuación:

- Colaboración de la SEPR con la exposición "Vous Avez Dit Radioprotection?".
 - Propuesta de candidatos para el Comité Ejecutivo de IRPA cuyas elecciones tendrán lugar en la Asamblea General de IRPA, durante el Congreso IRPA12. La SEPR, como se ha indicado en previas ocasiones, propone a D. Eduardo Gallego y la SFRP propone a D. Bernard Le-Guen.
 - Posibles áreas de colaboración entre ambas sociedades: se han identificado, entre otras, la difusión de ofertas de trabajo a través de las correspondientes páginas web, posibilitar el intercambio de especialistas en Instituciones de interés profesional, y asistencia y participación en los congresos de cada una de las Sociedades.
 - Resultados de los trabajos internacionales sobre la participación de "grupos interesados" (Stakeholders) en la gestión de la Protección Radiológica.
 - Protección Radiológica en Sanidad: protección del paciente.
 - Actividades NORM.
- Antes de concluir la reunión, la SFRP propuso a la SEPR celebrar la próxima reunión en Francia.

M^a Teresa Macías

Reunión de la Comisión de Actividades Científicas de la SEPR

El pasado 3 de abril tuvo lugar en la sede del CSN una reunión de la Comisión de Actividades Científicas (CAC) de la SEPR. A dicha reunión asistieron su Presidente Pio Carmena;

la Secretaria de la Comisión M^a Isabel Villanueva; y los miembros de la Comisión: Josep Baró, Marisa Marco, Francisco García Acosta, Rosa Villaroel, Carmen Rueda, Guillermo Sanchez, Ricardo Torres, Paloma Marchena, Alejandro Ubeda, Margarita Herranz y Francisco Carrera. Así mismo asistió Teresa Ortiz.

Tras aprobar el Acta de la reunión anterior, se comentaron las nuevas incorporaciones a esta Comisión de Antonio Delgado, en su condición de coPresidente del Comité Científico del Congreso de Alicante 2009, Ricardo Torres, como representante del Foro sanitario y Marisa España. Con ello se pretende reforzar la presencia del Sector Sanitario en esta Comisión. Así mismo, se informo de la baja voluntaria de Fernando Gonzalez.

A continuación se reviso el estado de las actividades técnicas y científicas de la SEPR. y en concreto Teresa Ortiz informo sobre la ExpoPR que se esta montando en colaboración con ENRESA en el Centro tecnologico Mestral, así como el estado de preparación de las actividades previstas en el 2008: **Curso de medidas de contaminación radiactiva (fuentes no encapsuladas); Jornada sobre "La Protección Radiológica en el año 2007"; Curso sobre recogida de muestras de los planes de vigilancia radiológica ambiental; Curso sobre efectos sobre la salud de los campos electromagnéticos; Curso sobre Transporte de Material radiactivo y Taller de comunicación y riesgo radiológico.** Todas ellas están es avanzado estado de preparación.

También se comentó la colaboración con el traslado a Buenos Aires de la exposición "Vous avez dit Radioprotection?", montada por el CEPN francés, así como la colaboración de la SEPR en las **IV Jornadas sobre calidad en el control de la radiactividad ambiental** y en la **Jornada CIP sobre seguridad y protección radiológica en la gestión y almacenamiento de residuos radiactivos.**

A continuación se revisaron las actividades de los **Grupos de Trabajo** dependientes de esta Comisión, que en algunos casos están centrados en la organización de alguna de las actividades mencionadas. Cabe mencionar el trabajo de comentarios al Protocolo para Dosimetría de Área a trabajadores expuestos clasificados categoría B en el ámbito sanitario, que esta desarrollando el Grupo de Dosimetría, para su envío al CSN.

El coPresidente del Comité Científico del **Congreso de Alicante 2009**, Antonio Delgado, informo sobre las ideas existentes para

la elaboración del Programa científico de este Congreso, que se celebrará conjuntamente con la SEFM. Se hicieron algunos comentarios a los planteamientos iniciales, que son recogidos por el coPresidente.

Finalmente los representantes de los **Foros CSN-SEPR** informaron sobre las actividades de los mismos y las previsiones de futuras reuniones con el CSN.

En al apartado de varios se planteó la necesidad de organizarse adecuadamente para dar comentarios a los múltiples **documentos normativos** que esta emitiendo el CSN y otros organismos internacionales y que algunos afectan a la áreas de actividad de la SEPR, así mismo se discutió sobre las bases del **Estudio epidemiológico que esta elaborando el Instituto Carlos III** por encargo del CSN, y sobre las que algunos miembros de la Comisión plantearon dudas. Se acordó finalmente que se realice un seguimiento de este estudio y se dejó sujeto a la finalización del mismo la discusión sobre posibles actuaciones a llevar a cabo por parte de la SEPR.

*Pío Carmena
Presidente de la Comisión de Actividades Científicas*

Efectos sobre la Salud de los Campos Electromagnéticos

Cumpliendo con los objetivos propuestos para este año en el Programa de Actividades de la SEPR, durante los días 16 al 18 de abril se celebró el curso de formación continuada "Efectos sobre la Salud de los Campos Electromagnéticos" (20 horas lectivas), en el Ilustre Colegio Oficial de Médicos de Málaga. Dicho curso, con acreditación SEAFORMEC, fue organizado por la Sociedad Española de Protección Radiológica, el Ilustre Colegio Oficial de Médicos de Málaga y la Facultad de Medicina de Málaga, y estuvo coordinado por el Prof. Rafael Ruiz Cruces y el Dr. Alejandro Úbeda, ambos de la Sección RNI de la SEPR.

La mesa del Acto Inaugural estuvo presidida por el Ilmo. Sr. Dr. D. Juan José Sánchez Luque, Presidente del Ilustre Colegio Oficial de Médicos (en el centro de la foto). Intervinieron como ponentes además de los coordinadores del Curso,

los Dres. José Manuel Pastor Vega, del Departamento de Radiología de la Universidad de Málaga y M^a Ángeles Trillo del Dpto. de Investigación-Bioelectromagnetismo del Hospital Ramón y Cajal de Madrid.

Al curso asistieron un total de 43 participantes, entre ellos, médicos, enfermeros, profesionales de la protección radiológica de los sectores público y privado y estudiantes de medicina.

El curso ofreció una visión general de los aspectos más importantes relacionados con las radiaciones no ionizantes (RNI), entre ellos:

1. El conocimiento de los fundamentos técnicos de los campos electromagnéticos (CEM).
 2. La evaluación de las estrategias de elaboración de criterios de seguridad aplicados actualmente sobre la base de la información científica disponible (en materia de efectos detrimentales derivados de la exposición a CEM)
 3. La interpretación de los niveles y normativas de seguridad de aplicación internacional, europea y española para la protección del público ante RNI, así como las estrategias desarrolladas con la finalidad de que se respeten los citados niveles de seguridad.
 4. El análisis de la evidencia reciente experimental y epidemiológica sobre los bioefectos de los CEM.
 5. La comprensión del concepto de percepción del riesgo derivado de exposiciones a CEM en casos de alarma social.
 6. La transmisión al usuario de la información referente al riesgo derivado de exposiciones a este tipo de RNI.
- Entre las conclusiones del curso se destacó que el conjunto de la evidencia disponible indica que los niveles de seguridad establecidos por ICNIRP, por la Unión Europea y por varios países o estados, como es el



caso de España, contribuyen a salvaguardar la salud de los ciudadanos ante exposiciones residenciales u ocupacionales a campos electromagnéticos intensos. De acuerdo con esas agencias y comisiones internacionales, los actuales conocimientos de la física de la materia viva y el conjunto de la evidencia científica de la que disponemos no han aportado pruebas suficientes de la existencia de peligros para la población general derivados de exposiciones a campos de potencias o intensidades débiles, propias de ambientes residenciales u ocupacionales típicos.

Sin embargo, se señala la necesidad de ampliar determinadas áreas del conocimiento y la realización de evaluaciones periódicas de la evidencia acumulada en relación con exposiciones a campos de potencias o intensidades débiles, debido al amplio crecimiento de tecnologías basadas tanto en comunicaciones inalámbricas como en frecuencias industriales.

Comité de Redacción

Reunión del COWAN en Córdoba

Siguiendo con la colaboración que la SEPR esta realizando con el proyecto nacional COWAM IN PRACTICE (CIP), conjuntamente con la empresa Amphos, coordinadora del proyecto, y con ENRESA, los pasados días

26 y 27 de marzo se organizaron una jornadas sobre "Seguridad y protección radiológica en la gestión y almacenamiento de residuos radiactivos" en el palacio de Congresos de Córdoba. Esta Jornada tuvo como objetivo presentar a los participantes en el proyecto CIP un resumen de la experiencia practica para proporcionar seguridad al publico a través de la explicación del diseño de las barreras para evitar la liberación de radiactividad, así como el control y la vigilancia radiológica del medio ambiente para comprobar la eficacia de las mismas.

Inauguraron las Jornadas el presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica, Rafael Ruiz Cruces y el Director general de Amphos, Jordi Bruno. Participaron en el primer día de estas jornadas Agustin Alonso (Catedrático emérito de la UPM), que presentó los Principios básicos de seguridad y protección radiológica, y Silvia Rueda (Departamento de formación de ENRESA), que presentó la gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado. En el segundo día Rosario salas del CSN presentó El control y la vigilancia radiológica ambiental, siguiendo una interesante mesa redonda sobre La percepción de la Seguridad y la PR en la gestión y almacenamiento de los residuos radiactivos, en la que participaron Leopoldo Arranz (Representante de la SEPR en el Grupo de trabajo europeo sobre la participación de "grupos implicados" en la gestión de la PR), Jordi Tous (Profesor de la universidad Rovira i Virgili), Jorge Lang-Lenton (Director de la División de Administración de ENRESA), Mariano Vila (Gerente de AMAC) y Francisco Fernandez (Consejero del CSN). Las interesantes presentaciones que se hicieron en esta jornadas están disponibles en la pagina web de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

La Jornada de cerró con una sesión de trabajo de los asistentes por grupos que identificaron una serie de preguntas a los expertos de la protección radiológica sobre estos temas, sobre cuya respuesta se esta actualmente trabajando. Esta jornada se complementó con una visita a las instalaciones del almacenamiento de residuos de media y baja actividad de El Cabril.

Estas Jornadas han estado dirigidas a representantes de corporacio-

nes locales y asociaciones de los municipios situados en el entorno de las instalaciones nucleares españolas, participando la SEPR como entidad nacional de referencia científica y técnica, en temas relacionados con las radiaciones ionizantes y sus efectos.

Pío Carmena

XVII Curso sobre Gestión de Residuos Radiactivos

Desde el pasado 4 de marzo hasta el 29 de mayo de este año ha tenido lugar la XVII edición del Curso sobre Gestión de Residuos Radiactivos que han organizado conjuntamente el Departamento de Ingeniería Nuclear de la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid (UPM), a través de la Cátedra de Seguridad Nuclear "Federico Goded" y la Unidad de Formación del CIEMAT bajo el patrocinio de ENRESA.

Como las ediciones anteriores, este curso dio comienzo con una Jornada Inaugural a cargo de Mr. Jan-Marie Potier, jefe de la sección de tecnología de residuos de la División de Tecnología de residuos y ciclo del combustible nuclear del OIEA, con una conferencia cuyo título fue "Challenges for Managing Nuclear Knowledge in Radioactive Waste Management: the IAEA's perspective".

Durante el curso se han impartido 34 lecciones magistrales para cubrir todo el temario del curso. Temario que abarca todos los aspectos de la gestión de los residuos radiactivos, desde aspectos generales, criterios básicos de seguridad y protección radiológica, la gestión de los residuos de media, baja y muy baja actividad específica, los residuos de alta actividad, el desmantelamiento y hasta los aspectos generales e institucionales.

El curso contó también con dos visitas a las instalaciones del almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril en Córdoba, así como a los almacenamientos temporales individuales (ATI) de combustible gastado de la C.N. de Trillo y la C.N. José Cabrera.

Por último este curso se clausuró con una mesa redonda sobre "La información y participación del público en la gestión de residuos radiactivos", a cargo de responsables de ENRESA, del Ministerio de Industria, de la Cátedra "Federico Goded", de AMAC y de la empresa AMPHOS.

El curso es un referente en España para todos los profesionales involucrados en



la protección radiológica y la tecnología nuclear, ya que pretende completar la formación en residuos radiactivos dando una visión global del tema y analizando los problemas actuales y previsibles en el campo de la gestión de los residuos radiactivos y sus posibles soluciones.

La dirección del curso ha correspondido al profesor Agustín Alonso y la coordinación técnica al prof. Eduardo Gallego (UPM) y a Dña. Susana Falcón (CIEMAT).

El curso ha contado con 35 alumnos procedentes de la propia UPM, del CIEMAT, del sector nuclear y recién licenciados que buscaban una formación más específica.

*Susana Falcón
Responsable Formación en PR y TN
CIEMAT*

IV Curso sobre Transporte de Material Radiactivo

Del 5 al 9 de mayo últimos ha tenido lugar la IV edición del Curso sobre Transporte de Material Radiactivo, que en esta ocasión ha estado organizado por la SEPR en colaboración con el CSN y la Unidad de Formación del CIEMAT.

La formación y la actualización de conocimientos de los trabajadores de las instalaciones radiactivas y nucleares españolas, así como de las empresas que realizan el transporte entre las mismas, siempre han sido consideradas como un factor primordial para garantizar su seguridad y para que el impacto radiológico, tanto en los trabajadores profesionalmente expuestos como en el público en general y el medio ambiente, sea lo más bajo posible.

En el año 1998 se llevó a cabo la primera edición del Curso sobre "Transporte de material radiactivo", abarcando un extenso temario sobre los principales aspectos derivados de una actividad que ha venido adquiriendo en estos últimos años un interés particular. Es claro el incremento experimentado en la movilidad y en los intercambios ocasionados por la gestión del material radiactivo y también el compromiso creciente de cuantos están relacionados con las actividades nucleares y radiactivas por los temas de seguridad y protección de los trabajadores y del público. En consecuencia, las cuestiones relacionadas con el transporte de material radiactivo constituyen, sin lugar

a dudas, un objeto de renovada actualidad, máxime si se tiene en cuenta el nuevo marco legal para este tipo de transporte.

Esta última edición surge de la iniciativa de la SEPR, el CSN y la Unidad de Formación del CIEMAT, quienes han considerado prioritario disponer en la programación habitual, de un curso y texto altamente especializado y de calidad que sea un referente para los profesionales involucrados desde diversos aspectos en el transporte de material radiactivo.

El curso ha contado con la dirección técnica de D. Fernando Zamora del CSN quién ha revisado el programa y ha elaborado un caso práctico donde, por grupos, los alumnos lo han trabajado y puesto en común con el resto del grupo utilizando lo aprendido en el curso.

En esta cuarta edición se ha contado con la colaboración de expertos del CSN, Protección Civil, CIEMAT, ENRESA, ENUSA, UNESA, Centrales Nucleares, Ecoquímica y ETSA.

El curso ha recibido a 25 alumnos procedentes principalmente del sector nuclear español.

*Susana Falcón
Responsable Formación en PR y TN
CIEMAT*

V Jornadas sobre calidad en el control de la radiactividad ambiental

Jaca, 28 a 30 de mayo 2008

La última semana de mayo, entre los días 28 y 30, se ha celebrado en el Palacio de Congresos de Jaca (Huesca), organizado por el Prof. D. Rafael Nuñez-Lagos y su equipo de colaboradores de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, las V Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental. En la organización de estas Jornadas, presentes en los Planes de Actividades de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), cuyo vicepresidente D. Pío Carmena participó en la sesión de Inauguración, y de la Sociedad Nuclear Española (SNE), cuyo presidente, D. Luis Yagüe participó en la de clausura; han colaborado diferentes entidades como La Real Sociedad Española de Física, la Real Academia de Ciencias de Zaragoza, el

Colegio Oficial de Físicos, la fundación ENRESA, el CIEMAT y el CSN.

Estas Jornadas, que se vienen celebrando de forma bienal desde hace 10 años, constituyen un punto de encuentro de los profesionales dedicados a la medida de la radiactividad en nuestro país. El objetivo inicial de estas reuniones estuvo claramente orientado a impulsar la implementación de sistemas de calidad en los laboratorios, proporcionando información y diferentes puntos de vista del proceso de acreditación, según la norma ISO 17025, o de certificación, según la norma ISO 1900, así como potenciando el desarrollo de normas y procedimientos aplicables a este campo del conocimiento.

Después de 10 años y cinco ediciones, puede considerarse que estos objetivos iniciales se están cumpliendo a muy buen ritmo: diez laboratorios acreditados en nuestro país para la medida de la radiactividad con diferentes alcances de acreditación, 13 procedimientos técnicos ya publicados por el CSN, otros 7 en diferentes etapas de publicación, 11 normas UNE editadas y colaboración en 14 normas ISO en diferentes fases de publicación o desarrollo, avalan la apuesta de nuestros laboratorios por la mejora de la calidad en sus quehacer y el importante trabajo desarrollado por los Grupos que han surgido, respaldados por el CSN, de estas Jornadas.

Además de este importante grado de cumplimiento de los objetivos iniciales, estos se han ido ampliando, dando cabida en las últimas ediciones, por ejemplo, a sesiones especiales dedicadas a los jóvenes investigadores y, más recientemente, a la problemática de la radiactividad ambiental y de los materiales NORM.

Ello ha determinado que estas Jornadas se hayan convertido en el foro donde los profesionales del sector se reúnen para intercambiar experiencias, debatir problemas y plantear iniciativas que ayuden, no sólo a aumentar los estándares de calidad de las medidas realizadas, sino también a definir las políticas y objetivos de los laboratorios.

En paralelo a esta ampliación de objetivos también ha ido aumentando el número de asistentes a estas reuniones, alcanzándose en esta edición el número de 140, que han representado a la mayoría de los laboratorios españoles.

El esquema general de este evento está constituido por diferentes mesas redondas,

una conferencia inaugural y otra de clausura y, por último, una sesión especial de Jóvenes Investigadores. Todas las mesas redondas se programaron de manera que el tiempo previsto para coloquio y comentarios fuera igual y, en ocasiones, superaron al previsto para las presentaciones, de manera que éstas se convirtieron en introducciones o propuestas sobre las cuales debatieron los asistentes. Los resultados aparecen publicados en diferentes formatos según la edición de las Jornadas.

En esta edición, la Conferencia Inaugural, de título: "The role of the International Atomic Energy Agency (IAEA) to achieve global comparability of analytical results" corrió a cargo del Dr. D. Umberto Sansone, de la IAEA. En ella se describió el papel de la IAEA en la realización y evaluación de los ejercicios de calidad y ensayos de aptitud.

A continuación, en la primera mesa redonda, de título "Normas y procedimientos: experiencias en la implementación y proyectos de desarrollo", se planteó el estado actual de todas las normas y procedimientos desarrollados por los Grupos de trabajo, analizándose su utilidad, grado y experiencias de implementación y necesidades de revisión. Las conclusiones estuvieron en la línea de señalar su utilidad, la necesidad de seguir discutiendo y desarrollando procedimientos y de plantearse la revisión de aquellos que lo precisen.

En cuanto a la segunda mesa redonda, con la que se cerraron los actos científicos del día 28, se desarrolló con el título de "Calidad", y en ella se contó con diferentes presentaciones que propusieron a debate temas específicamente relacionados con los sistemas de calidad, como son la validación de procedimientos, las frecuencias de calibración, la realización de intercomparaciones y la sistemática y experiencias concretas relativas al proceso de acreditación. En ella se contó con la participación de D. Oscar Recuro, Director de Medio Ambiente de ENAC; que explicó la política de esta entidad sobre las intercomparaciones.



Foto de familia de los asistentes a las Jornadas.

- En el día 29 se celebraron dos mesas redondas, la primera de ellas estuvo dedicada a la "Radiación natural", era la primera vez que este tema era tratado en una mesa específica en el marco de estas Jornadas y, se puede considerar, que la experiencia ha resultado altamente satisfactoria. Tanto las presentaciones realizadas, sobre el radón, el torio en la industria no nuclear y el óxido de titanio, como el posterior debate planteado, puso en evidencia el interés que este tema despierta entre los profesionales del sector.
- En la segunda mesa del día "Actividades y problemática de los laboratorios", ocho laboratorios, pertenecientes al sector público, presentaron los problemas con que se encuentran en su quehacer cotidiano, poniéndose en evidencia que estos proceden mayoritariamente de la falta de personal, sobre todo de personal estable, de las dificultades para su formación y de las carencias de espacio.
- El día se cerró con la presentación de una serie de trabajos, en total trece, presentados por jóvenes investigadores. Esta sesión, que

se viene realizando desde las IV Jornadas, tiene la pretensión de que los investigadores jóvenes, que se están iniciando en este campo, tengan una posibilidad de exponer los trabajos que están realizando en un foro amigable formado por los profesionales más experimentados del sector. El éxito de este formato, avalado por las 13 ponencias presentadas en esta edición, hace que se consolide como una de las apuestas claras de las Jornadas.

El día 30 se inició con dos mesas breves. En la primera "Nuevas técnicas" se presentaron las capacidades y formas de utilización del CNA (Centro Nacional de Aceleradores) de Sevilla, así como la política del Consejo de Seguridad Nuclear respecto a los materiales NORM. En la segunda "Asociaciones y nuevos proyectos", se debatió el futuro de las Jornadas y se presentaron diferentes actividades a realizar en el marco de ellas, además, se presentaron las actividades y propuestas de la red de radiación natural, RADNA.

La conferencia de clausura, corrió a cargo del Dr. D. Francisco J. Marcellán, de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III, y ex secretario general de Política Científica y tecnológica, que disertó sobre la "Estructuración de los Programas Nacionales de I+D".

Estas Jornadas se han completado con los habituales actos sociales, entre los cuales cabe destacar las magníficas visitas organizadas a la Ciudadela de Jaca y al monasterio de S. Juan de la Peña, que sirvió de colofón a los tres días de debates con alto contenido científico, técnico y cultural.

Y, como conclusión, reiterar el agradecimiento al Prof. D. Rafael Nuñez-Lagos y a su magnífico equipo de colaboradores, así como a los participantes y a las entidades colaboradoras que han hecho posible la realización de estas Jornadas, así como al Excmo. Ayuntamiento de Jaca por su espléndida acogida y al Coronel Jefe de la Ciudadela de Jaca. Finalmente agradecer al Prof. D. Antonio Baeza su buena disposición para asumir la celebración de las próximas Jornadas en Cáceres, en el año 2010.



Apertura de las Jornadas.

Margarita Herranz
Comité de seguimiento - SEPR

La página Web de la SEPR

Después del repaso al funcionamiento general de nuestra web, realizado en el número anterior, en este número se muestran a modo de refresco, algunas de las herramientas y funcionalidades que todos los socios pueden aprovechar. La web de la sociedad, como las de otras organizaciones similares, posee tres funciones primordiales:

1 - Servir como presentación de la sociedad a las personas ajenas a la misma, divulgando el conocimiento en Protección Radiológica y dando respuesta a las inquietudes que se generan en ocasiones en torno a nuestra actividad.

En este sentido, cualquier persona que accede a la web, puede consultar gran parte de la documentación contenida en ella, incluidos los números atrasados de la revista "Radioprotección" en formato electrónico.

Además, la sociedad ha ido dando respuesta a varias cuestiones relacionadas con la PR y que en determinados momentos fueron objeto de interés público. Caben destacar aquí la recopilación de todos los informes generados en torno al vigésimo aniversario del "accidente de Chernóbil", la nota emitida por la sociedad acerca del "uranio empobrecido y sus potenciales efectos sobre la salud de las personas", la traducción de la hoja informativa de la HPS relativa al "polonio 210" o la más reciente nota de la sociedad informando acerca de la "representatividad de los controles de radiactividad corporal".

2 - Facilitar herramientas a los socios, en forma de documentación científica, legislación y normativa, noticias de interés, hojas de cálculo, foros o enlaces a otras web que pueden resultar interesantes.

Para acceder a gran parte de ellas es necesario acceder a la web registrándose como socio, mediante la introducción de un usuario y una contraseña.

Entre otras se encuentran el "protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico", la "guía técnica de gestión de materiales residuales con contenido radiactivo en centros de investigación y docencia", las ponencias realizadas en las "Jornadas sobre la PR en 2007" y, por supuesto, los últimos números de esta revista y toda la documentación relacionada con el funcionamiento de la sociedad.

También se pueden encontrar enlaces a diversas páginas web de interés para los socios, así como a revistas relacionadas con la Protección Radiológica.

3 - Actuar como lugar de encuentro entre los socios, permitiendo el intercambio de información, el envío de noticias de interés para todos o la publicación de ofertas laborales.

Para ello existen diversos medios y se pusieron en marcha iniciativas, como la creación de un "Foro de Socios" donde se pueden discutir temas de interés para todos los socios, o la sección de "Empleo", donde cualquiera puede publicar sus ofertas o consultar las existentes.

Como representación de la utilidad de la web, se muestran en la figura adjunta los documentos más descargados desde el comienzo del presente año 2008.

Desde luego, y como no puede ser de otro modo, la utilidad de la web depende enormemente del trabajo y de las necesidades de los socios, por lo que evoluciona a medida que estos solicitan información, proponen mejoras o ceden sus trabajos de forma altruista. Por ello os animamos desde aquí a que contribuyáis al crecimiento de la herramienta haciéndola cada día un poco más útil.

Juan Carlos Mora
Coordinador de la página web de la SEPR

Descarga para socios de las ponencias de la Jornada sobre la Protección Radiológica en 2007

Ya se encuentran en la web, disponibles solo para los socios, las presentaciones que fueron llevadas a cabo en la "Jornada sobre la Protección Radiológica en 2007" organizada por la SEPR en el Instituto de la Ingeniería de España (Madrid) el pasado 22 de abril.



Pueden encontrarse dentro del apartado "Descargables", seleccionando la "Jornada la Protección Radiológica en España 2007", entre otras, las "Conclusiones científicas XI Congreso Nacional de la SEPR (Tarragona, 2007)", por Montserrat Ribas; los "Últimos avances en instrumentación de Radiodiagnóstico", por Ricardo Torres; "Radiaciones no ionizantes: Novedades científicas en 2007", por Alejandro Úbeda; los "Resultados de los programas reguladores en Protección Radiológica. Proyectos para el 2008", por Juan Carlos Lentijo; los "Nuevos principios básicos de seguridad y PR de la OIEA", por Agustín Alonso; las "Actividades internacionales en el área de PR. Comité 3 de la ICRP", por Eliseo Vañó; las "Actividades internacionales en el área de PR. Comité 5 de la ICRP", por Almudena Real o las "Actividades internacionales en el área de PR. Comité 4 de la ICRP", por Pedro Carboneras.

www.sepr.es		2008	
Título	Descargas	Porcentaje	
1. Manual PR medio hospitalario	1.008	11,82%	
2. Actuación UTPR en Inst Rad RD 201891/91	533	3,92%	
3. Polonio Health Physic Society	435	3,20%	
4. PR Trabajadores gestantes	352	2,59%	
5. Plan actividades SEPR 2008	300	2,21%	
6. Curso SanCompos2007	259	1,90%	
7. Covam 2006 Leopoldo Arranz	257	1,89%	
8. PR Paciente Malaga 2º anundo	224	1,65%	
9. I-123 Calibración CIEMAT Dic2007	214	1,57%	
10. Plan Estratégico SEPR	206	1,51%	
Ver total:	4.388	32,26%	
Total:	13.604	100,00%	

Dosimetría personal basada en la Luminiscencia Estimulada Ópticamente (OSL)

C. Prieto¹, E. Vanó^{1,2}, J.M. Fernández^{1,2}, J.M. Ordiales¹, A. Floriano¹, D. Martínez¹ y M.J. Crespo¹

¹Servicio de Física Médica. Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

²Departamento de Radiología. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

RESUMEN

La luminiscencia estimulada ópticamente (OSL) se ha utilizado en muchas áreas del campo de la dosimetría. Este trabajo presenta resultados del comportamiento de un lector de dosímetros OSL en el rango de dosis ocupacionales típicas de procedimientos intervencionistas. Las propiedades dosimétricas se han investigado exponiendo los detectores a dosis conocidas de rayos X en el rango de energías diagnósticas. Los dosímetros mostraron una respuesta lineal en el rango estudiado (0-6 mGy). La pérdida de señal con el tiempo entre irradiación y lectura ("fading"), la dependencia con la energía y la reproducibilidad de la señal OSL son adecuados para su uso en procedimientos intervencionistas, con la ventaja de un proceso de lectura muy rápido y simple con muy baja pérdida de señal. Tras la caracterización de los detectores, el sistema fue probado para evaluar su comportamiento en procedimientos intervencionistas reales por comparación con un diodo calibrado. Las lecturas del diodo y de los dosímetros OSL en procedimientos reales mostraron un buen acuerdo.

INTRODUCCIÓN

La luminiscencia estimulada ópticamente (Optically Stimulated Luminescence - OSL) es la luminiscencia que emite un aislante o semiconductor irradiado durante su exposición posterior a la luz. Por lo tanto, la principal diferencia respecto a la termoluminiscencia es el mecanismo para liberar la carga atrapada. La intensidad de la luminiscencia estimulada ópticamente es una función de la dosis de radiación absorbida y, por tanto, puede utilizarse como método de dosimetría de la radiación. El proceso comienza con la ionización causada por la ra-

diación y la producción de pares electrón/hueco. Los pares electrón/hueco se agrupan en los defectos del material en posiciones de transiciones no radiativas. La subsiguiente iluminación de la muestra irradiada con luz produce la absorción de energía y la transición de los electrones atrapados a la banda de conducción. La recombinación de estos electrones liberados con los huecos produce una emisión radiativa. La intensidad de esta emisión es proporcional a la dosis de radiación absorbida y depende del método y la intensidad de la luz de estimulación. El uso de luz para liberar cargas atrapadas y

posteriormente medir la luz emitida a temperatura ambiente puede realizarse de varias formas:

— Método CW-OSL (continuous-wave OSL) en el que la intensidad de la luz de estimulación se mantiene constante y la señal de OSL se mide de forma continua a lo largo del periodo de estimulación.

— Método LM-OSL (linear-modulation OSL) en el que la intensidad de estimulación cambia en forma de rampa lineal mientras se mide la señal de OSL.

— Método POSL (pulsed OSL) en el que la luz de estimulación es pulsada y la señal de OSL se mide sólo entre los pulsos.

ABSTRACT

Optically stimulated luminescence (OSL) has become the technique of choice in many areas of dosimetry. This work provides results on the performance of an OSL dosimeter reader on the range of staff doses typically found in interventional procedures. The dosimetric properties were investigated by exposing the detectors to known doses of X-ray radiation fields in the range of diagnostic energies. The dosimeters showed a linear dose response in the range studied (0-6 mGy). Fading, photon energy dependence and reproducibility of OSL-signal correspond well with requirements to personal dosimeters in interventional procedures, with the advantage of a very fast and simple reading process with a low loss of signal. After the characterisation of the detectors, the system was tested to assess its performance on real interventional procedures by comparison with a calibrated diode. Readings from the diode and the OSL dosimeter in real procedures were in good agreement.



	Ventana abierta	Plástico	Aluminio	Cobre
Anterior	29	275	375	545
Posterior	134	283	383	553

Tabla 1: Espesores de los filtros utilizados en el dosímetro (mg/cm^2).

La principal ventaja respecto a la dosimetría de termoluminiscencia [1] es que el método de lectura es óptico, lo que elimina la necesidad de un sistema de calentamiento fiable y reproducible. Además se elimina el efecto de "quenching" termal, o reducción de la eficiencia de la luminiscencia según aumenta la temperatura de la muestra debido a que se abren caminos alternativos de relajación no radiativa. Con la estimulación óptica la lectura se produce a menor temperatura, aumentando la sensibilidad. La alta sensibilidad permite también varias lecturas ya que no es necesario estimular toda la carga atrapada para obtener una señal de luminiscencia suficiente. Esto permite verificaciones de dosis o lecturas múltiples ya que la información (carga atrapada) no se pierde en el proceso de lectura [2]. Adicionalmente, la lectura puede ser muy rápida, lo que permite un análisis casi en tiempo real. Por último, la alta sensibilidad permite construir dosímetros con una capa muy fina de material sensible, la eliminación del proceso de calentamiento da más posibilidades al diseño del dosímetro como finos recubrimientos sobre bases plásticas y simplifica la instrumentación necesaria.

Utilizando dosimetría por termoluminiscencia, el proceso de lectura elimina la señal, impidiendo posteriores comprobaciones independientes. Con dosimetría de película, la película revelada puede leerse de nuevo, pero la película sólo puede revelarse una vez, por lo que las evaluaciones de dosis no son independientes en este sentido. En el área médica se han utilizado materiales que presentan luminiscencia

estimulada óptimamente tanto en dosimetría [3-18] como en la obtención de imágenes médicas [19, 20].

El óxido de aluminio dopado con carbono ($\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$) es el material más utilizado para dosimetría OSL [9-11, 14-16, 21-26], aunque otros materiales han sido también utilizados [7, 27-35]. El $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ presenta una alta sensibilidad (40-60 veces mayor que el LiF (TLD-100)), la respuesta a la dosis es lineal en varios órdenes de magnitud (hasta los 50 Gy) y los procesos de irradiación-lectura hacen variar la señal en menos de un 2%, que está muy por debajo de otras fuentes de error. Con pérdidas de señal muy baja se pueden suministrar dosímetros para todo el año y realizar lecturas periódicas 1 o 2 veces al mes en condiciones normales, permitiendo obtener lecturas inmediatas sin los inconvenientes de tener que enviar los dosímetros a un centro de dosimetría.

Para poner a cero la señal OSL del $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ puede utilizarse un tratamiento térmico o estimulación con luz, siendo éste segundo el utilizado en nuestro caso.

En el campo de la dosimetría [36] se ha utilizado la OSL en dosimetría personal [3, 17, 37-39], dosimetría ambiental [12, 13], dosimetría a pacientes [5-11, 14-16, 18] y dosimetría retrospectiva (principalmente para datación [40-49], utilizando OSL de minerales naturales, y dosimetría en caso de accidente (para lo que se usan materiales del entorno como ladrillos o porcelana)) [50]. En este trabajo se presentan los primeros resultados en la utilización de un sistema de dosimetría mediante OSL aplicada al campo de la dosimetría personal.

MATERIAL Y MÉTODO

El sistema de dosimetría personal InLight™ [39, 51] con el lector manual microStar™ de Landauer (www.landauerinc.com) usa diodos emisores de luz (LEDs) verde (longitud de onda de 532 nm) para estimular la OSL y un tubo fotomultiplicador para recoger la luz emitida. Es un sistema CW-OSL con detectores compuestos de $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$. En la figura 1 se muestra el equipo y una ampliación de uno de los dosímetros.

Contiene finas películas de polvo de $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ (0.2 mm de espesor) depositado entre dos capas de poliéster de 0.03 mm (encima) y 0.1 mm (debajo) de espesor con forma de disco de 5 mm de diámetro. Cada dosímetro contiene 4 detectores cubiertos con filtros según se muestra en la figura 2 y en la tabla I.

El sistema InLight utiliza una matriz de 36 LEDs. Los 36 LEDs iluminan el dosímetro cuando la exposición ha sido baja, mientras que la exposición se realiza únicamente con 6 LEDs cuando la exposición supera 0.1 Sv. Una comprobación previa con el dosímetro situado bajo la ventana abierta determina la intensidad de iluminación requerida. La dosis se calcula a partir de la lectura corregida por la sensibilidad del dosímetro y el factor de calibración del lector.

Según los datos suministrados por la casa comercial, tiene un rango de operación de hasta 10 Gy, para fotones de más de 5 keV y electrones de más de 150 keV. Como ocurre con todos los dosímetros de $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$, el sistema no es sensible a los neutrones. La respuesta es lineal de 10-50 μGy a más



Figura 1: Equipo de lectura InLight de dosímetros OSL. Ampliación de uno de los dosímetros OSL.

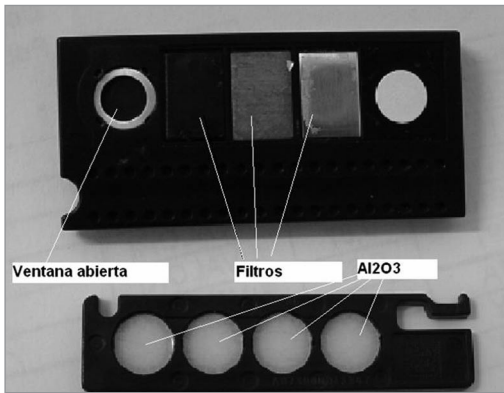


Figura 2: Dosímetro junto con la carcasa y filtros.

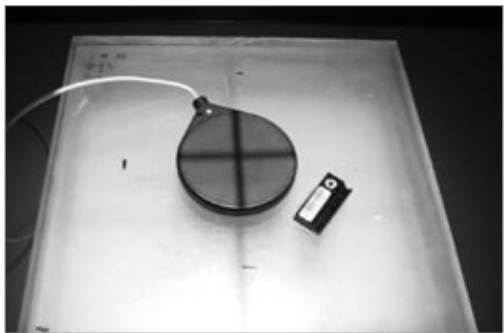


Figura 3: Configuración para las medidas.



Figura 4: Dosímetros durante el proceso de borrado sobre un negatoscopio convencional.

de 100 Gy, la respuesta energética está dentro de $\pm 10\%$ en el rango de energías diagnósticas; dentro de $\pm 5\%$ para energías en el rango terapéutico. En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en nuestro caso para estos y otros parámetros en el rango de energías diagnósticas.

Se han realizado exposiciones en un equipo convencional de rayos X, situando en cada uno de ellos una cámara de ionización Radcal modelo 2026c (www.radcal.com) intercomparada con un equipo calibrado, junto con un dosímetro OSL sobre láminas de PMMA en una geometría reproducible (véase figura 3).

Se han realizado medidas para determinar la variación de la respuesta en función de la dosis, la linealidad con la dosis, variabilidad de la respuesta entre dosímetros y variación con la energía en el rango de energías de diagnóstico, para dos series de 50 dosímetros con factor de calibración genérico y sensibilidad distinta (factor de sensibilidad 0.74 para la serie 1 y 0.87 para la serie 2). En la tabla II se resumen los parámetros evaluados.

Para evaluar la variación de la respuesta con la dosis y la linealidad y con objeto de barrer un rango amplio de dosis no ha sido posible utilizar siempre la misma calidad del haz, dado que se superaban las capacidades del tubo de rayos X, aunque siempre que ha sido posible se han realizado los disparos con 60 kV. Para estudiar la variabilidad entre dosímetros se han realizado disparos consecutivos con 60 kV y con una dosis de aproximadamente 1 mGy. La variación con la energía en el rango de diagnóstico se ha evaluado mediante disparos con distinta selección de kV_p pero con dosis constante de aproximadamente 1 mGy. Se ha utilizado esta dosis por ser cercana a las dosis encontradas habitualmente en procedimientos reales (ver figura 12), pero algo mayor para evitar la incertidumbre asociada a la medida de dosis bajas. Para disminuir en lo posible el efecto de la variabilidad entre dosímetros se han irradiado 3 dosímetros OSL para cada energía y se ha utilizado el promedio de las lecturas.

La pérdida de respuesta en lecturas consecutivas se ha evaluado mediante 24 lecturas consecutivas de un dosímetro previamente irradiado con una dosis de 1 mGy.

El "fading" o pérdida de señal con el tiempo entre irradiación y lectura, se ha estudiado irradiando una serie de 43 dosímetros en las mismas condiciones

Variación de la respuesta con la dosis
Linealidad con la dosis
Variación de la respuesta entre dosímetros
Influencia de la energía
Pérdida de señal en lecturas consecutivas
Fading
Tiempo necesario de borrado
Comparación con los resultados de otro dosímetro en procedimientos reales

Tabla II: Parámetros evaluados.

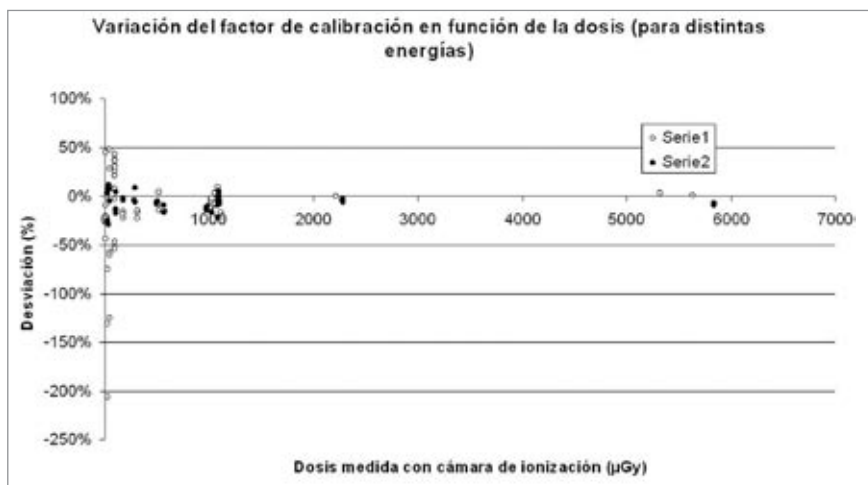


Figura 5: Desviación en porcentaje del factor de calibración en función de la dosis medida con cámara de ionización. Se toma como referencia el valor promedio medido con dosis de aproximadamente 1 mGy con un haz de rayos X de 60 kVp.

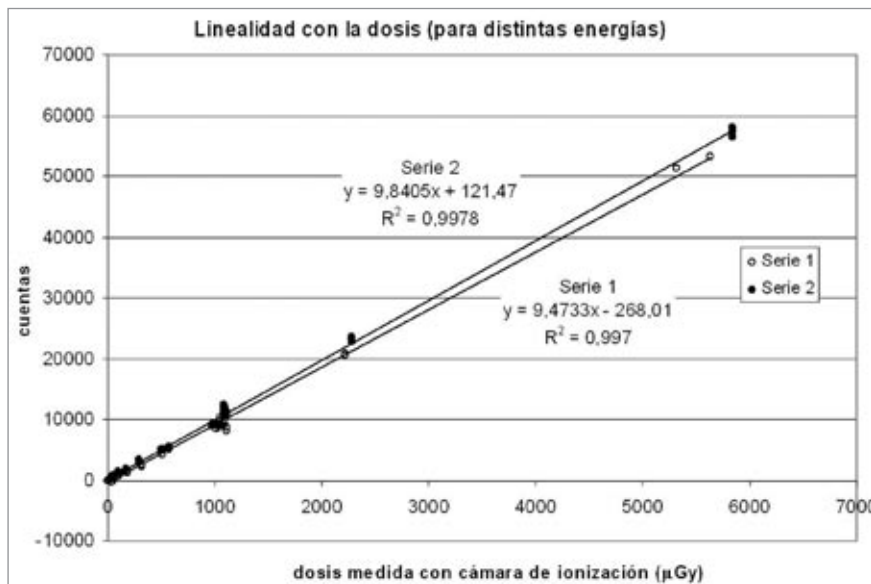


Figura 6: Linealidad entre la respuesta de la cámara de ionización y la lectura de los dosímetros OSL. Para cubrir un amplio rango de dosis no todas las medidas se han realizado con la misma calidad de haz dado que se excedían las capacidades de tubo de rayos X.

con una dosis de 1 mGy, procediendo a almacenarlos en una sala con bajo fondo, a oscuras y a temperatura ambiente, y leyendo los dosímetros uno a uno a lo largo de 74 días.

El tiempo necesario de borrado se ha evaluado utilizando las lecturas de una serie de calibración y procediendo a su lectura tras la irradiación, 18 y 42 horas después. Para el borrado se ha utilizado la luz de un

negatoscopio convencional (ver figura 4) con una luminancia en contacto de 1.100 cd/m².

La pérdida de sensibilidad con los ciclos de irradiación-lectura se ha evaluado con la variación del factor de calibración (cuentas/µGy) a lo largo de 1.5 años y 16 ciclos de irradiación-lectura.

Se han comparado las lecturas de dosímetros OSL con la de un dosímetro

personal Unfors EDD-30 (www.unfors.com) diseñado para la medida de dosis a trabajadores en salas de radiología y cardiología intervencionista. Para ello se ha colocado un dosímetro OSL junto con el dosímetro personal Unfors EDD-30 en el hombro izquierdo sobre el mandil plomado del especialista en 52 procedimientos intervencionistas. La posición del hombro se considera representativa de la dosis que se podría recibir en cristalino de no utilizar gafas plomadas.

RESULTADOS

En la figura 5 se muestra la variación (en porcentaje) del factor de calibración (cuentas/µGy) en función de la dosis medida con la cámara de ionización. Se ha tomado como referencia el valor promedio medido con dosis de aproximadamente 1 mGy con un haz de rayos X de 60 kV_p. Los resultados de la gráfica corresponden a variación de la dosis pero también tiene implícitas variaciones con la calidad del haz dado que para conseguir un rango de dosis suficientemente amplio no fue siempre posible realizar los disparos con la misma calidad del haz (60 kVp, HVL = 2.4 mm Al), dado que se superaba la capacidad del tubo. Como se ve en la figura 5 las medidas de cámara y dosímetro OSL tuvieron una relación razonablemente constante para las dosis mayores (a partir de unos 500 µGy), pero no para las dosis bajas, especialmente en la serie 1. Esta variabilidad no se puede asignar exclusivamente a los dosímetros OSL, sino que es la variabilidad combinada de la medida de la cámara de ionización y de los dosímetros OSL para bajas dosis en el rango diagnóstico. Adicionalmente, aunque en cada disparo se utilizó siempre la misma cámara de ionización, se utilizaron dosímetros distintos, por lo que posibles variaciones

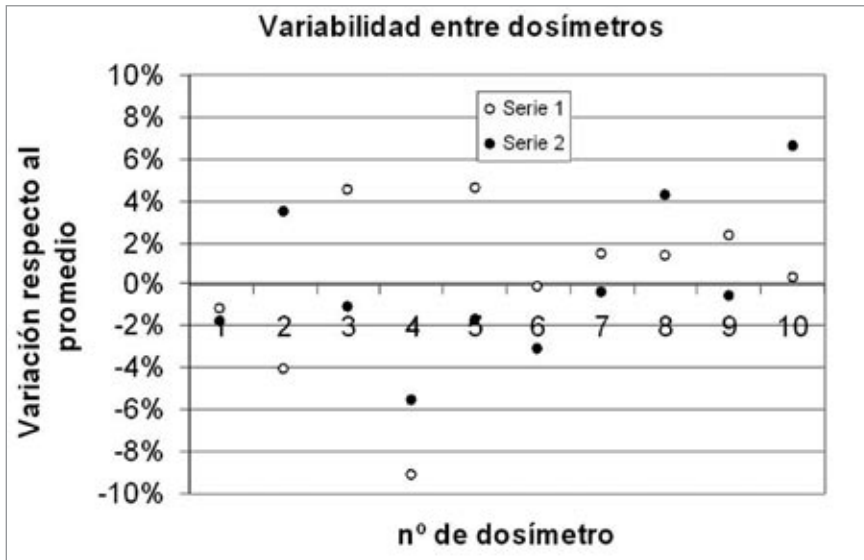


Figura 7: Variabilidad entre dosímetros de dos series en 10 disparos consecutivos con la misma dosis (1 mGy) sobre 10 dosímetros OSL distintos.

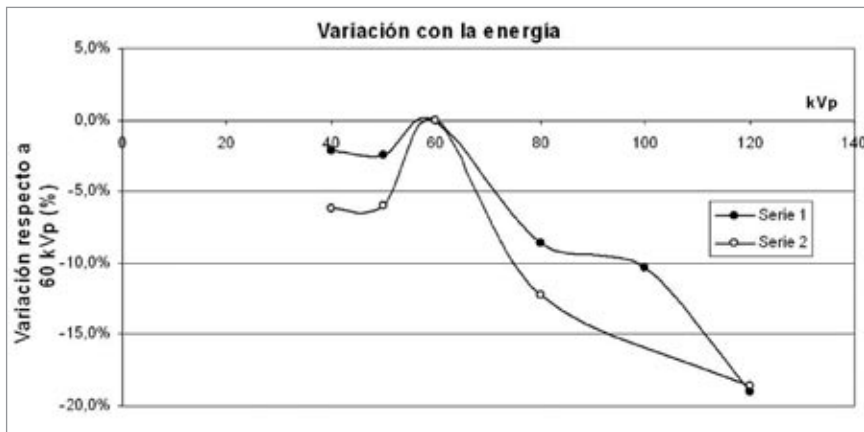


Figura 8: Variación de la respuesta con la energía respecto al valor obtenido para 60 kVp para una dosis de aproximadamente 1 mGy.

en la sensibilidad respecto a la nominal y en el proceso de lectura de cada dosímetro también influyen en el resultado.

Sin embargo, variaciones importante en porcentaje para el rango de bajas dosis suponen variaciones pequeñas en dosis absoluta, tal y como se ve el figura 6 en la que se representa la linealidad entre la respuesta de la cámara de ionización y la lectura de los dosímetros OSL. Como puede observarse la linealidad es bastante buena, presentando un factor de correlación de 0.997 para ambas series.

La variabilidad entre dosímetros se muestra en la figura 7 en 10 disparos consecutivos sobre 10 dosímetros distintos con una dosis de aproximadamente 1 mGy. La desviación típica de las 10 lecturas de la cámara de ionización fue de 0.2%, mientras de la de las 10 lecturas de 10 dosímetros OSL distintos fue de un 4.1% para la serie 1 y de 3.7% para la serie 2. La variación máxima respecto al valor promedio fue de un 9.1% en la serie 1 y 6.6% para la serie 2. La desviación absoluta media respecto al valor promedio fue de un 2.9% para ambas series.

La variación de la respuesta con la energía respecto al valor obtenido para 60 kVp con una dosis de aproximadamente 1 mGy se muestra en la figura 8. La desviación típica de los valores obtenidos fue de un 7.6 % en todo el rango de energías evaluadas para ambas series, siendo esta variación menor para las energías bajas (especialmente en la serie 1). En la figura 5 se observa que las variaciones para dosis de 1 mGy son del orden de las variaciones descritas para la respuesta con la energía, por lo que aunque se ha encontrado la misma forma de respuesta en la dos series de la figura 8 y cada punto es la media de tres lecturas con dosímetros independientes, la incertidumbre para esas dosis puede tener un papel dominante en el resultado encontrado.

La pérdida de señal con el proceso de lectura fue de un 0.83 %/lectura, tal y como puede deducirse del ajuste de la curva de la figura 9.

El "fading" o pérdida de señal fue de aproximadamente un 4% mensual tal y como se muestra en la figura 10. La baja correlación del ajuste es muy probablemente debida a la variación de la respuesta entre dosímetros y del proceso de lectura (figura 7). Para comprobar esta hipótesis se han irradiado los 10 primeros dosímetros de la serie con la misma dosis y se han leído a continuación, encontrándose una variación en la respuesta del mismo orden de la encontrada para el estudio de "fading" (figura 10).

El tiempo necesario de borrado con la luz de un negatoscopio convencional (figura 4) muestra que aunque la mayor parte de la señal se pierde con 18 horas de iluminación (figura 11), los dosímetros que han acumulado más dosis presentan mayor carga atrapada en trampas profundas y necesitan un tiempo mayor de iluminación,

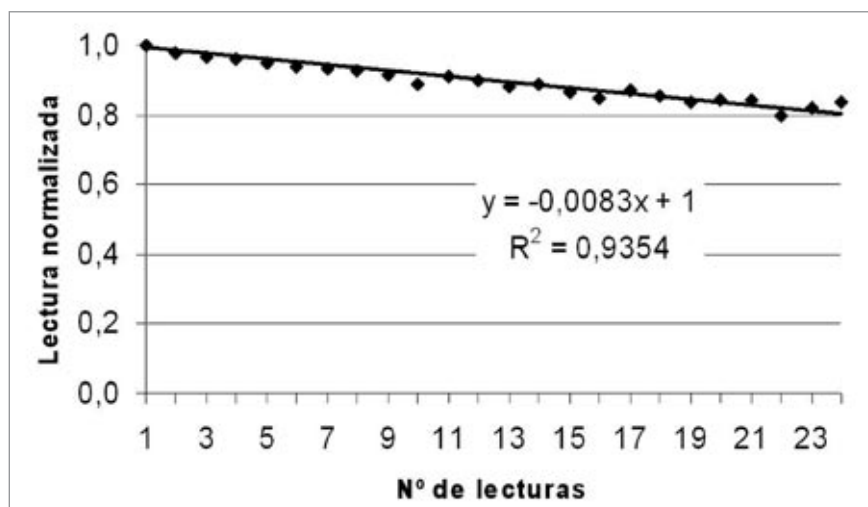


Figura 9: Disminución de la respuesta en lecturas consecutivas.

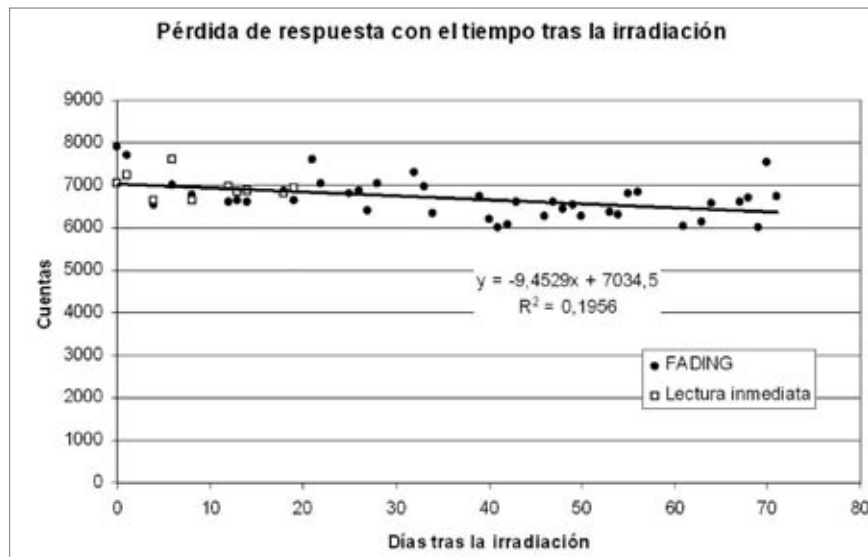


Figura 10: "Fading" a temperatura ambiente.

fiándose un tiempo mínimo de 42 horas para el rango de dosis típicas que se espera en procedimientos intervencionistas. En cualquier caso, en la metodología habitual de trabajo se realiza una lectura de la señal de fondo de cada uno de los dosímetros de tal forma que un borrado no completo es tenido en cuenta en la lectura de posteriores exposiciones. Adicionalmente se utiliza un dosímetro viajero para evaluar la señal acumulada entre la lectura de fondo y el momento de la lectura.

La reducción media de sensibilidad a lo largo de 16 ciclos de irradiación-borrado en 1.5 años en los que ninguno de los dosímetros ha sido irradiado a dosis mayores de 6 mGy ha sido de un 1.2%. Esta disminución, que puede considerarse despreciable frente a otras fuentes de incertidumbre, puede deberse a una combinación de la pérdida de sensibilidad de los dosímetros y de reducción de la intensidad de iluminación del lector. Para disminuir en lo posible la influencia del proceso de lectura, antes de realizar cada lectura

se somete al lector a un control básico que consiste en:

1. Lectura de las cuentas en oscuridad del tubo fotomultiplicador para verificar que el compartimento para el dosímetro se encuentra en total oscuridad y que ninguno de los LEDs está encendido.
2. Medida de la sensibilidad del fotomultiplicador utilizando una pequeña fuente exenta de ^{14}C embebida en un centelleador plástico.
3. Medida del nivel de luminancia de los LEDs.

En la figura 12 se muestra el grado de correlación entre la lectura de dosímetros OSL y el dosímetro personal Unfors EDD-30 situados en el hombro izquierdo sobre el mandil plomado en 52 procedimientos intervencionistas. Se aprecia una correlación bastante buena aunque hay diferencias en porcentaje (no en dosis absoluta) importantes, especialmente en el rango de dosis bajas.

CONCLUSIONES

La ventaja más importante del sistema de dosimetría personal OSL es que el proceso de lectura es casi inmediato con el sistema portátil evaluado, sin necesidad de complejos procesos de calentamiento ni de envío a un centro de lectura.

De los parámetros analizados (variabilidad en la respuesta de distintos dosímetros, rango de dosis, linealidad con la dosis, dependencia con la energía, pérdida de señal con el proceso de lectura, "fading", pérdida de sensibilidad con el número de irradiaciones y proceso de borrado) se concluye que el factor que más influye en la medida es el aumento de la variabilidad de la medida a medida que disminuye la dosis acumulada en el dosímetro. Los resultados de las medidas realizadas

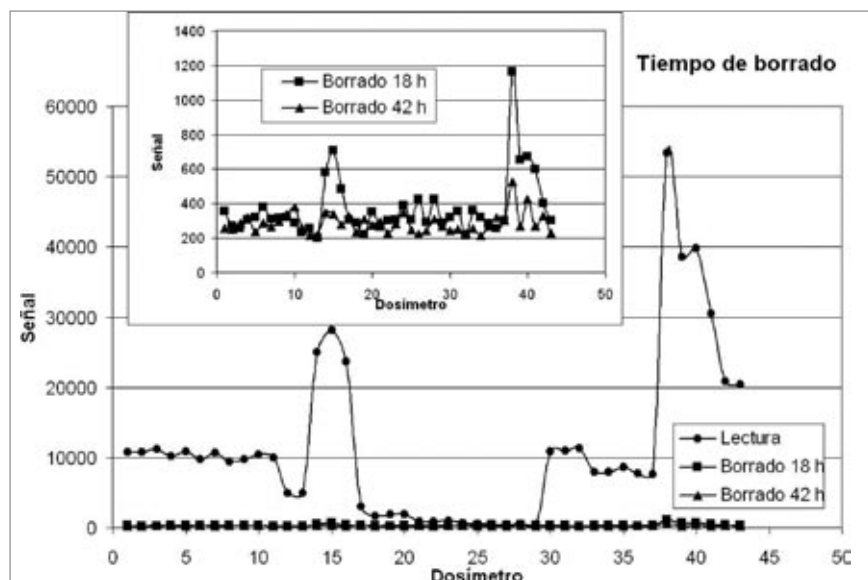


Figura 11: Variación de la lectura con el tiempo de borrado. La gráfica pequeña es una ampliación de las curvas tras un borrado de 18 y 42 horas.

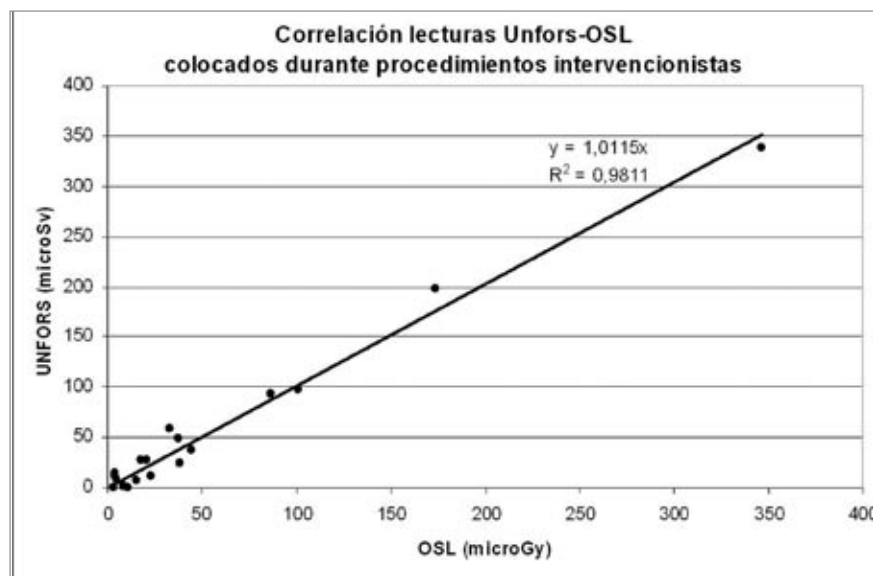


Figura 12: Correlación entre la lectura de dosímetros OSL y dosímetro personal Unfors EDD-30 utilizados sobre el hombro izquierdo sobre el mandil plomado en 52 procedimientos intervencionistas.

con estos dosímetros son compatibles con su uso para dosimetría personal. Se han utilizado este tipo de dosímetros en procedimientos intervencionistas guiados por fluoroscopia donde las dosis ocupacionales pueden ser significativas y la corrección de prácticas incorrectas se debe hacer lo antes posible. Se han obtenido resultados compatibles con los medidos simultáneamente con otro

dosímetro diseñado y calibrado para dosimetría personal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con el soporte parcial del Consejo de Seguridad Nuclear (proyecto PR52/04-12855).

Agradecemos también el apoyo del Dr. Joel Gray y del Dr. Chris Perks de Landauer.

REFERENCIAS

1. McKeever, S.W. and M. Moscovitch, *On the advantages and disadvantages of optically stimulated luminescence dosimetry and thermoluminescence dosimetry*. Radiat Prot Dosimetry, 2003. 104(3): p. 263-70.
2. Ford, R.M., Hanify, R.D. and Perks, C.A. *Depletion of the signal from optically stimulated luminescence detectors*. in 11th IRPA Congress. 2004. Madrid.
3. Miller, S.D. and M.K. Murphy, *Technical performance of the Luxel Al₂O₃:C optically stimulated luminescence dosimeter element at radiation oncology and nuclear accident dose levels*. Radiat Prot Dosimetry, 2006.
4. Mockel, D., et al., *Quantification of beta+ activity generated by hard photons by means of PET*. Phys Med Biol, 2007. 52(9): p. 2515-30.
5. Marckmann, C.J., et al., *Optical fibre dosimeter systems for clinical applications based on radioluminescence and optically stimulated luminescence from Al₂O₃:C*. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 120(1-4): p. 28-32.
6. Iida, H., et al., *[Measurement of patient skin dose in interventional radiology using passive integrating dosimeter]*. Nippon Hoshasen Gijyutsu Gakkai Zasshi, 2006. 62(2): p. 305-14.
7. Gaza, R. and S.W. McKeever, *A real-time, high-resolution optical fibre dosimeter based on optically stimulated luminescence (OSL) of KBr:Eu, for potential use during the radiotherapy of cancer*. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 120(1-4): p. 14-9.
8. Edmund, J.M., et al., *CW-OSL measurement protocols using optical fibre Al₂O₃:C dosimeters*. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 368-74.
9. Andersen, C.E., et al., *An algorithm for real-time dosimetry in intensity-modulated radiation therapy using the radioluminescence signal from Al₂O₃:C*. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 120(1-4): p. 7-13.
10. Yukihiro, E.G., et al., *High-precision dosimetry for radiotherapy using the optically stimulated luminescence technique and thin Al₂O₃:C dosimeters*. Phys Med Biol, 2005. 50(23): p. 5619-28.
11. Vano, E., et al., *Evaluation of risk of deterministic effects in fluoroscopically guided procedures*. Radiat Prot Dosimetry, 2005. 117(1-3): p. 190-4.
12. Melhus, C.S., et al., *Shielding evaluation of a medical linear accelerator vault in preparation for installing a high-dose rate ²⁵²Cf remote afterloader*. Radiat Prot Dosimetry, 2005. 113(4): p. 428-37.



13. Iida, H., et al., [Measurement of environmental radiation in X-ray room with passive integrating dosimeter]. Nippon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi, 2005. 61(5): p. 709-17.
14. Gaza, R., S.W. McKeever, and M.S. Akselrod, Near-real-time radiotherapy dosimetry using optically stimulated luminescence of $Al_2O_3:C$: mathematical models and preliminary results. Med Phys, 2005. 32(4): p. 1094-102.
15. Aznar, M.C., et al., A Monte Carlo study of the energy dependence of $Al_2O_3:C$ crystals for real-time in vivo dosimetry in mammography. Radiat Prot Dosimetry, 2005. 114(1-3): p. 444-9.
16. Aznar, M.C., et al., In vivo absorbed dose measurements in mammography using a new real-time luminescence technique. Br J Radiol, 2005. 78(928): p. 328-34.
17. Tomita, H. and K. Morozumi, [Measurement of scatter radiation on MDCT equipment using an OSL dosimeter]. Nippon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi, 2004. 60(11): p. 1550-4.
18. Aznar, M.C., et al., Real-time optical-fibre luminescence dosimetry for radiotherapy: physical characteristics and applications in photon beams. Phys Med Biol, 2004. 49(9): p. 1655-69.
19. Kurata, N., et al., Eu-doped CsBr phosphor as a new optically-stimulable phosphor material for medical X-ray imaging sensor. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 398-401.
20. Watt, K.N., et al., The physics of computed radiography: measurements of pulse height spectra of photostimulable phosphor screens using prompt luminescence. Med Phys, 2005. 32(12): p. 3589-98.
21. Yukihiro, E.G. and S.W. McKeever, Ionisation density dependence of the optically and thermally stimulated luminescence from $Al_2O_3:C$. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 206-17.
22. Gaza, R., et al., Ionisation density dependence of the optically stimulated luminescence dose-response of $Al_2O_3:C$ to low-energy charged particles. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 375-9.
23. Yukihiro, E.G., et al., Effect of high-dose irradiation on the optically stimulated luminescence of $Al_2O_3:C$. Radiat Meas, 2004. 38(3): p. 317-30.
24. Yukihiro, E.G., et al., Optically stimulated luminescence and thermoluminescence efficiencies for high-energy heavy charged particle irradiation in $Al_2O_3:C$. Radiat Meas, 2004. 38(1): p. 59-70.
25. McKeever, S.W., et al., Recent advances in dosimetry using the optically stimulated luminescence of $Al_2O_3:C$. Radiat Prot Dosimetry, 2004. 109(4): p. 269-76.
26. Gaza, R., E.G. Yukihiro, and S.W. McKeever, The response of thermally and optically stimulated luminescence from $Al_2O_3:C$ to high-energy heavy charged particles. Radiat Meas, 2004. 38(4-6): p. 417-20.
27. Bernal, R., et al., Optically stimulated luminescence dosimetry performance of natural Brazilian topaz exposed to beta radiation. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 161-3.
28. Kristianpoller, N., D. Weiss, and R. Chen, Optical and dosimetric properties of zircon. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 267-70.
29. Zhang, C.X., et al., Thermoluminescence glow curves and optical stimulated luminescence of undoped alpha- Al_2O_3 crystals. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 402-7.
30. Tang, Q., et al., TL and OSL of $SrSO_4$ phosphors doped with Eu. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 238-43.
31. Sommer, M. and J. Henniger, Investigation of a BeO-based optically stimulated luminescence dosimeter. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 394-7.
32. Preciado-Flores, S., et al., Performance of CVD diamond as an optically and thermally stimulated luminescence dosimeter. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 226-9.
33. Bos, A.J., M. Prokic, and J.C. Brouwer, Optically and thermally stimulated luminescence characteristics of $MgO:Tb^{3+}$. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 130-3.
34. Le Masson, N.J., et al., Fast-neutron OSL sensitivity of thallium-doped ammonium salts. Radiat Prot Dosimetry, 2004. 110(1-4): p. 319-23.
35. Chougankar, M.P. and B.C. Bhatt, Blue light stimulated luminescence in calcium fluoride, its characteristics and implications in radiation dosimetry. Radiat Prot Dosimetry, 2004. 112(2): p. 311-21.
36. Botter-Jensen, L., McKeever, S.W.S. and Wintle, A.G., Optically Stimulated Luminescence dosimetry. 2003, Amsterdam: Elsevier Science B.V.
37. Garcier, Y., et al., Intercomparison of Passive Dosimetry Technology at Edf Facilities in France. Radiat Prot Dosimetry, 2007.
38. Lee, S.Y. and K.J. Lee, Development of a personal dosimetry system based on optically stimulated luminescence of alpha- $Al_2O_3:C$ for mixed radiation fields. Appl Radiat Isot, 2001. 54(4): p. 675-85.
39. Perks, C.A., LeRoy, G., Yoder, C. and Passmore, C. Development of the InLight monitoring service for world-wide application. in 11th IRPA Congress. 2004. Madrid.
40. Botter-Jensen, L. and A.S. Murray, Optically stimulated luminescence in retrospective dosimetry. Radiat Prot Dosimetry, 2002. 101(1-4): p. 309-14.
41. Jacobs, Z., et al., Extending the chronology of deposits at Blombos Cave, South Africa, back to 140 ka using optical dating of single and multiple grains of quartz. J Hum Evol, 2006. 51(3): p. 255-73.
42. Murray, A.S. and M. Mohanti, Luminescence dating of the barrier spit at Chilika Lake, Orissa, India. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 442-5.
43. Grine, F.E., et al., Late Pleistocene human skull from Hofmeyr, South Africa, and modern human origins. Science, 2007. 315(5809): p. 226-9.
44. Krauss, S.L., et al., Late Quaternary climate change and spatial genetic structure in the shrub *Banksia hookeriana*. Mol Ecol, 2006. 15(4): p. 1125-37.
45. Blair, M.W., E.G. Yukihiro, and S.W. McKeever, Progress towards a polyminer single-aliquot OSL dating procedure. Radiat Prot Dosimetry, 2006. 119(1-4): p. 450-3.
46. D'Errico, F., et al., Nassarius kraussianus shell beads from Blombos Cave: evidence for symbolic behaviour in the Middle Stone Age. J Hum Evol, 2005. 48(1): p. 3-24.
47. Stone, T. and M.L. Cupper, Last Glacial Maximum ages for robust humans at Kow Swamp, southern Australia. J Hum Evol, 2003. 45(2): p. 99-111.
48. Jacobs, Z., G.A. Duller, and A.G. Wintle, Optical dating of dune sand from Blombos Cave, South Africa: II-single grain data. J Hum Evol, 2003. 44(5): p. 613-25.
49. Zacharias, N., B. Mauz, and C.T. Michael, Luminescence quartz dating of lime mortars. A first research approach. Radiat Prot Dosimetry, 2002. 101(1-4): p. 379-82.
50. Goksu, H.Y., et al., Intercomparison of luminescence measurements of bricks from Dolon' village: experimental methodology and results of European Study Group. J Radiat Res (Tokyo), 2006. 47 Suppl A: p. A29-37.
51. Perks, C.A., G. Le Roy, and B. Prugnaud, Introduction of the InLight monitoring service. Radiat Prot Dosimetry, 2007.

Modelos para toma de decisiones en el litoral andaluz

R. Perriñez y A. Pascual-Granged

Departamento de Física Aplicada 1, EUITA, Universidad de Sevilla

RESUMEN

Se han desarrollado tres modelos de dispersión de respuesta rápida que cubren el litoral andaluz en su totalidad para su uso en caso de emergencia tras un vertido radiactivo. Estos modelos pueden ayudar en el proceso de toma de decisiones tras un hipotético accidente en estas aguas. Esencialmente los modelos consisten en un modelo hidrodinámico que proporciona las corrientes en cada punto e instante de tiempo y el modelo de dispersión propiamente dicho, que se basa en técnicas lagrangianas. En este trabajo damos una breve descripción de los modelos y algunos ejemplos de resultados.

ABSTRACT

Three rapid response dispersion models for the shores of Andalusia have been developed. These models have been designed to support the decision making process after a radioactive spill in these waters. Essentially, models are based upon a hydrodynamic model which provides the water currents at each position and time and the dispersion model, which makes use of lagrangian, or particle-tracking, techniques. A brief description of the models and some examples of applications are given in this paper.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años se ha ido progresivamente extendiendo el desarrollo y uso de modelos numéricos como herramienta de gestión de vertidos accidentales de radionúclidos en aguas costeras [1-3]. Estos modelos proporcionan información sobre la dispersión de los radionúclidos inducida por mareas, vientos y corrientes y constituyen una ayuda al proceso de toma de decisiones tras el accidente pues permiten estimar si, por ejemplo, el vertido alcanzará una determinada localidad costera y cuál será la concentración del radionúclido en cuestión en el agua. Un requisito fundamental de estos modelos es que deben proporcionar una respuesta rápida (típicamente en unos segundos). Además, deben ser fáciles de usar para alguien no experto en cálculo numérico.

El estrecho de Gibraltar es la única conexión entre el Atlántico y el Mediterráneo y, en consecuencia, sopor-

ta un intenso tráfico marítimo. Más de 70000 barcos mercantes navegan a lo largo de él anualmente, con el 30 % de ellos declarando mercancías peligrosas, y se producen en torno a 12000 travesías anuales entre las costas norte y sur [1]. Debemos mencionar también el tránsito de submarinos nucleares. El intenso tráfico y las frecuentes condiciones meteorológicas adversas (fuertes vientos y un 54 % de días con visibilidad reducida o pobre) aumentan las probabilidades de un accidente, como de hecho se han producido ya [1]. Las aguas del golfo de Cádiz y del mar de Alborán, que también son pasos obligados, son por tanto igualmente susceptibles de verse afectadas por un vertido radiactivo.

En la Universidad de Sevilla se ha venido trabajando en el desarrollo de modelos de respuesta rápida que cubren el litoral andaluz en su totalidad para su uso en situación de emergencia. Se trata de los modelos GISPART, ALBPART y CADPART (para el estre-

cho de Gibraltar, el mar de Alborán y el Golfo de Cádiz respectivamente), cuyas extensiones geográficas pueden verse en la figura 1. Los modelos CADPART y ALBPART cubren la totalidad del litoral andaluz, incluyendo ALBPART el estrecho de Gibraltar. No obstante, ya que la zona del estrecho es la más potencialmente expuesta a un accidente y debido a su interés económico y ecológico, se ha decidido estudiarla en más detalle. Así el modelo GISPART cubre únicamente el estrecho de Gibraltar con una resolución espacial más elevada que la de los modelos CADPART y ALBPART. El objetivo de este trabajo es proporcionar una descripción general de los modelos y algunos ejemplos de su funcionamiento.

DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS

Los tres modelos poseen básicamente la misma estructura. Se trata de modelos lagrangianos en los que el vertido radiactivo se describe mediante un



número discreto de partículas, cada una de ellas equivalente a un número determinado de unidades (por ejemplo Bq). La trayectoria de cada partícula es determinada a lo largo del tiempo, siendo la difusión turbulenta y el decaimiento radioactivo calculados mediante técnicas de montecarlo. Al final de la simulación, la densidad de partículas por unidad de volumen permite calcular la concentración del radionúclido. Los detalles de las técnicas matemáticas pueden consultarse en otros trabajos [4]. Cada modelo de dispersión lleva asociado un modelo hidrodinámico que proporciona las corrientes inducidas por las mareas y las corrientes residuales (circulación media o geostrofica). Estos modelos hidrodinámicos se ejecutan a priori y la información por ellos generada se almacena en ficheros que son después leídos por los programas de dispersión, lo que permite un cálculo extremadamente rápido de la corriente en cualquier punto del dominio y en cualquier instante de tiempo. Los modelos hidrodinámicos se someten a un cuidadoso proceso de calibración y validación, comparando las corrientes y mareas por ellos calculadas con medidas. Una vez que la respuesta de ellos se considera adecuada, se generan los ficheros necesarios para los modelos de dispersión y no es necesario volver a correr los modelos hidrodinámicos. La estructura de cada modelo hidrodinámico viene determinada por la propia oceanografía de cada zona y la comentaremos con un poco de más detalle posteriormente.

Los modelos hidrodinámicos se resuelven empleando esquemas de diferencias finitas con condiciones de contorno adecuadas [4]. Para resolver las mareas las condiciones de contorno consisten en especificar la amplitud y fase de las mareas, a partir de observaciones, a lo largo de las

fronteras abiertas. Una vez que se obtiene una solución periódica estable se emplea una técnica estándar de análisis de mareas [5]. Esta consiste en determinar la amplitud y fase de la marea en cada punto del dominio (constantes de marea). Estas constantes son después leídas por el programa de dispersión

para un rápido cálculo de la corriente en cualquier instante de tiempo. Se han incluido las dos mareas principales en todos los modelos: la lunar y la solar semidiurnas, denominadas M2 y S2 respectivamente. Para obtener la circulación residual especificamos bien la elevación promedio de la superficie del agua a lo largo de las fronteras abiertas, bien el flujo de agua que entra o sale por ellas. La corriente total en cada punto es la suma de la corriente de marea en el instante considerado más la corriente geostrofica, que es constante.

Se pueden simular descargas instantáneas y continuas de radioactividad. Hay que remarcar que el modelo de dispersión es tridimensional, mientras que la hidrodinámica proporciona corrientes promediadas en la vertical. Por este motivo, a partir de dicha corriente promediada se genera un perfil vertical de velocidad [1,4,5].

Los efectos del viento se incorporan como es típico en modelos de respuesta rápida, asumiendo que la superficie del agua se desplaza en la dirección

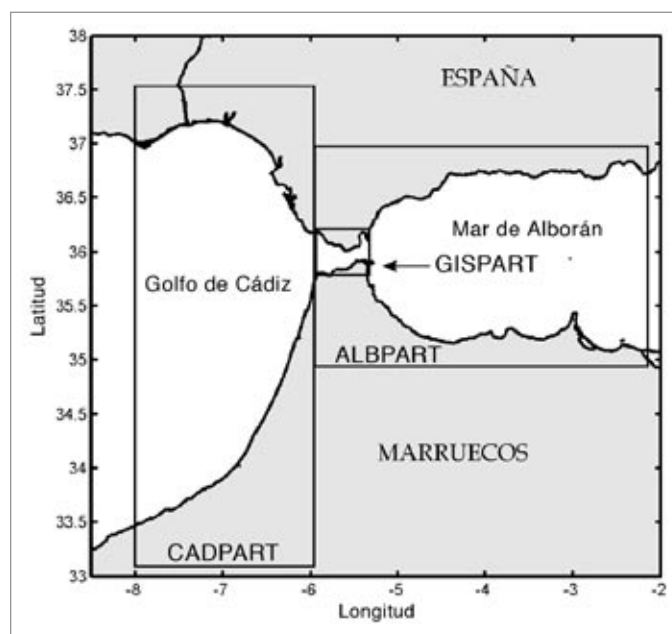


Figura 1: Dominio espacial de los tres modelos.

del viento a una velocidad del 3 % de la velocidad del viento medida a 10 m sobre el nivel del mar [4,5]. Esta velocidad disminuye con la profundidad siguiendo un perfil logarítmico hasta una profundidad de unos 20 m, por debajo de la cual los efectos del viento son inapreciables [4,5].

GISPART

Este modelo cubre únicamente el estrecho de Gibraltar, resolviéndose la hidrodinámica con una resolución espacial de 1000 m. Es bien sabido [6,7] que las mareas en el estrecho pueden, en muy buena aproximación, considerarse como barotrópicas. Ello quiere decir que las diferencias espaciales en la densidad del agua pueden despreciarse y es una aproximación razonable resolver las mareas mediante un modelo 2D promediado en la dirección vertical.

CADPART

En el Golfo de Cádiz usamos la misma aproximación que en el estrecho

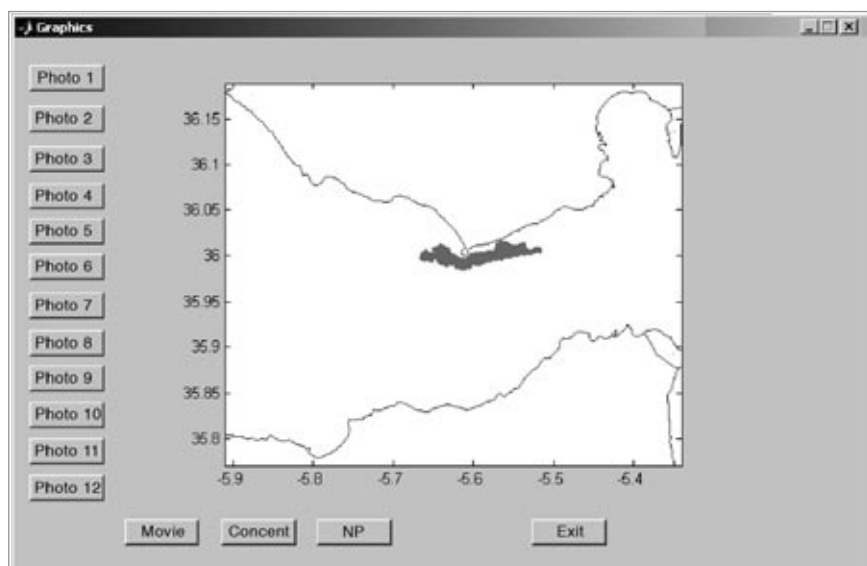


Figura 2: Interfaz gráfico de salida de resultados del modelo GISPART.

de Gibraltar: un modelo 2D integrado en la vertical para resolver las mareas y la corriente residual. En este caso la resolución espacial es de 2 minutos (unos 3 km aproximadamente a esta latitud).

ALBPART

De nuevo empleamos un modelo 2D para resolver las mareas. No obstante, la circulación geostrofica en el mar de Alborán es notablemente compleja, siendo el giro del oeste su característica más singular. En efecto, el agua entra en el mar de Alborán desde el Atlántico en una capa superficial de unos

150 m de espesor. Este flujo forma el denominado jet atlántico [8], que penetra en el mar de Alborán en una dirección noreste siguiendo la costa española. Posteriormente el jet se curva hacia el sur a unos -3.5° de longitud y una parte de él gira aún más hacia el oeste completándose un giro anticiclónico conocido como WAG (Western Alborán Gyre), una estructura casi permanente en el mar de Alborán. Esta circulación es inducida por procesos baroclinicos (diferencias de densidad entre el agua atlántica y el agua mediterránea, más densa, que fluye hacia el Atlántico por debajo de la capa superficial de agua atlántica). Más

detalles sobre la oceanografía física de la zona pueden verse en trabajos especializados [8,9]. Para resolverla empleamos el modelo hidrodinámico más sencillo capaz de reproducir la circulación en la capa superficial, que es el modelo de gravedad reducida [10]. Esencialmente se trata de un modelo bicapa en el que la capa inferior se considera infinitamente profunda y en reposo. De este modo la interfase entre ambas capas de agua puede deformarse sin que se produzca ningún movimiento en el agua de la capa inferior. Se han obtenido dos esquemas de circulación con este modelo: el que muestra el WAG y el conocido como modo costero, que a veces se da en invierno y se caracteriza por la desaparición del giro [9]. En este caso el agua atlántica fluye hacia el este a lo largo de la costa de Marruecos. El modo costero se obtiene reduciendo el flujo de agua atlántica. La resolución espacial del modelo es, igual que CADPART, de dos minutos en longitud y latitud.

Es preciso comentar que, debido a la hidrodinámica usada en los modelos, por el momento sólo pueden simularse vertidos que ocurran en la superficie, permaneciendo por tanto en la capa superficial de agua atlántica (no podemos calcular el flujo de agua mediterránea que se dirige en profundidad hacia el oeste), si bien en el futuro pretendemos ampliar los modelos para obtener una hidrodinámica totalmente tridimensional. Excepto en las zonas costeras afectadas directamente por las plumas de los principales ríos que descargan a lo largo del litoral andaluz, las concentraciones de partículas en suspensión son muy bajas, por debajo de 1 mg/l [11], por lo que las interacciones de los radionúclidos disueltos con la materia en suspensión se han despreciado.

La información que el usuario debe introducir para ejecutar los modelos

Coordenadas del punto de descarga
Seleccionar entre descarga instantánea o continua
Fichero que contiene los datos sobre los vientos (duración, velocidad, dirección)
Fecha de la descarga
Hora de la descarga (UTC) y duración (si es continua)
Tiempo de simulación
Magnitud de la descarga
Constante de decaimiento radioactivo
Seleccionar WAG o modo costero (sólo ALBPART)

Tabla 1: Información que el usuario de los modelos debe introducir.

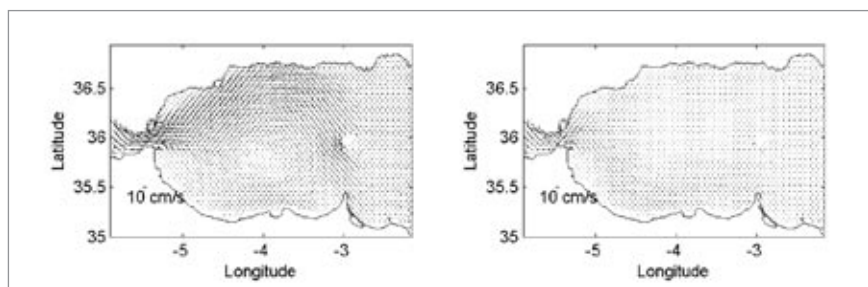


Figura 3: Circulación geostrofica en la capa superficial del mar de Alborán mostrando el WAG (izquierda) y el modo costero (derecha).

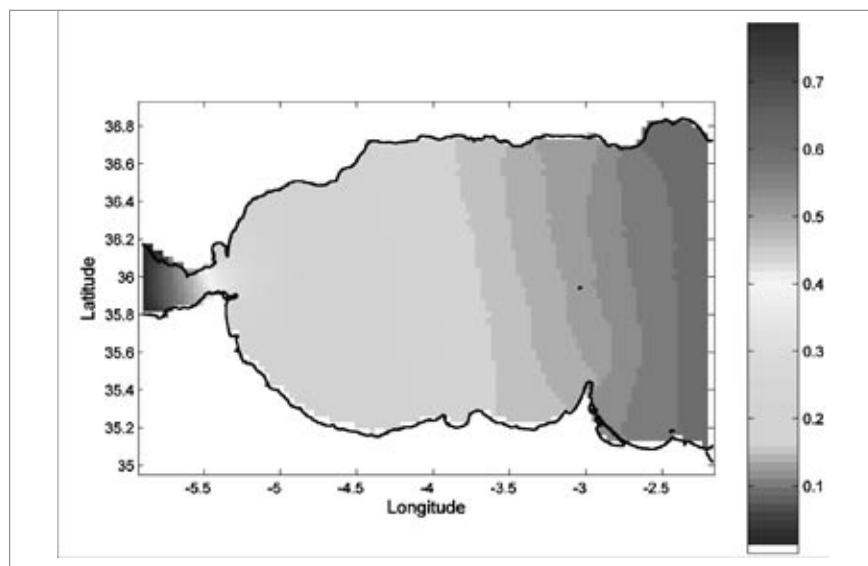


Figura 4: Amplitud (m) de la marea M2 calculada por el modelo hidrodinámico en el mar de Alborán.

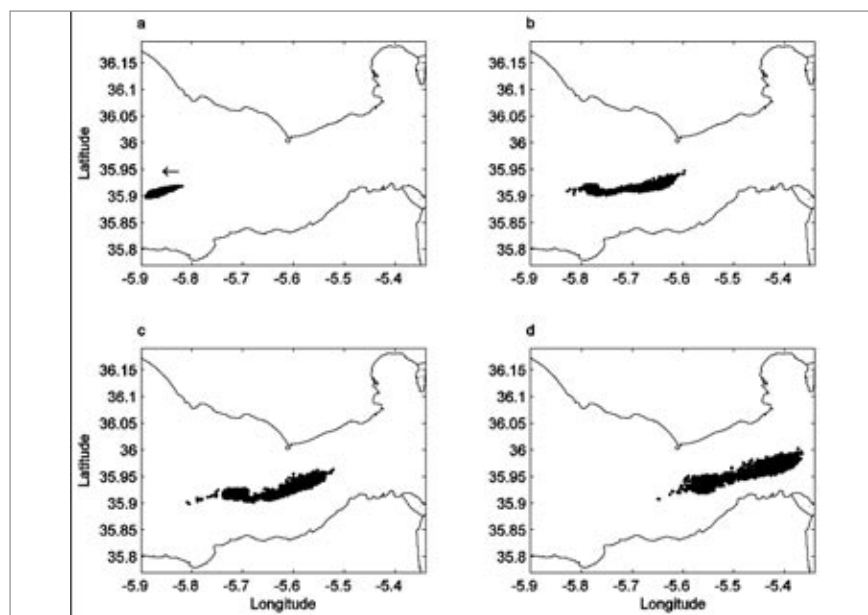


Figura 5: Posición de las partículas 8 (a), 16 (b), 20 (c) y 24 (d) horas tras un vertido instantáneo en el estrecho de Gibraltar en la posición indicada por la flecha. Se considera un viento del este a 15 m/s.

se resume en la Tabla I. En particular, la fecha y hora de la descarga deben introducirse pues la dispersión inicial va a depender del estado de la marea. En ALBPART debemos seleccionar si la circulación residual corresponde a la situación usual (con el WAG) o al modo costero, en el que el giro no está presente. En el caso de GISPART se han creado GUIs (interfaces gráficas de usuario) para introducir las condiciones de la simulación y visualizar los resultados. A modo de ejemplo mostramos en la figura 2 la GUI de salida de resultados. Se obtiene una serie de 12 imágenes mostrando la mancha de contaminación en instantes equiespaciados a lo largo de la simulación. Ellas pueden verse individualmente o a modo de película, así como un mapa de concentraciones en el instante deseado. Opcionalmente, se puede obtener la evolución temporal de la concentración del radionúclido en un punto de interés. Ello permite determinar si la contaminación alcanzará una localidad costera, por ejemplo, cuándo llegará y cuál será la máxima concentración esperable. Los resultados generados son los mismos para los tres modelos. El tiempo de ejecución de los programas de dispersión es de 5.4 s por cada día de simulación en un Pentium 4 a 3.2 GHz y con 512 MB de memoria RAM.

RESULTADOS

A modo de ejemplo podemos ver en la figura 3 la circulación promedio en la capa superficial del mar de Alborán obtenida con el modelo de gravedad reducida. Se muestran los dos modos de circulación: aquél en el que aparece el giro del mar de Alborán y el modo costero. La amplitud de la marea en el mar de Alborán se muestra en la figura 4 para la componente M2 (marea lunar principal). Puede apreciarse

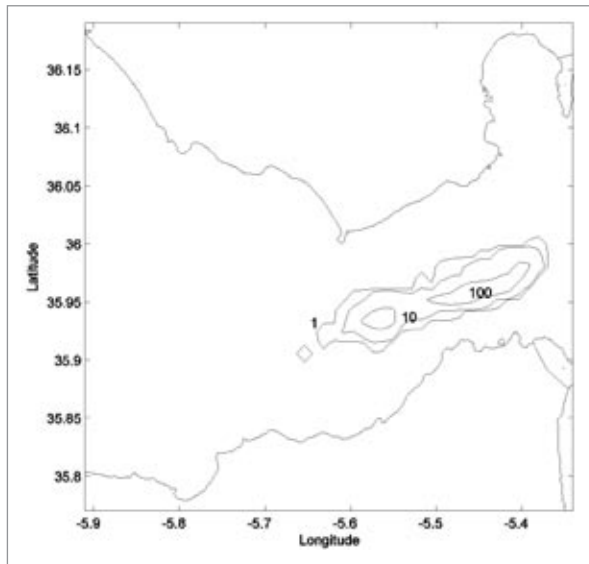


Figura 6: Actividad específica en agua (Bq/m^3) para el vertido de la figura 5 24 horas tras el mismo.

que la amplitud de la marea decrece rápidamente en el estrecho de Gibraltar, desde unos 80 cm en su entrada atlántica hasta unos 30 cm en la conexión con el Mediterráneo. En el mar de Alborán la marea sufre una reducción aún mayor, siendo la amplitud inferior a 10 cm a la longitud de Almería. Gráficos similares pueden obtenerse para el golfo de Cádiz y el estrecho de Gibraltar (con mayor resolución en este caso) a partir de los correspondientes modelos hidrodinámicos. Como hemos comentado, los resultados de los tres modelos hidrodinámicos se han validado mediante cuidadosas comparaciones con medidas de mareas y corrientes.

Afortunadamente, no se ha producido ningún vertido radioactivo de forma que podamos comparar los resultados de los modelos de dispersión con medidas de concentraciones de radionúclidos en las aguas andaluzas. Por ello mostramos algunos ejemplos de resultados de los modelos de dispersión aplicados a vertidos hipotéticos, simplemente para ilustrar su funcionamiento.

En la figura 5 podemos ver un ejemplo de vertido en el estrecho de Gibraltar. Las imágenes nos muestran la mancha radioactiva (posición de las

partículas) en cuatro momentos tras el accidente. Aunque hay un desplazamiento de la mancha hacia el este (en parte contrarrestado por el viento que se ha considerado que sopla desde esta dirección) debido a la circulación residual en la zona, la mancha oscila en la dirección este-oeste debido a la acción de las mareas. La concentración del radionúclido en agua 24 horas después del vertido puede

verse en la figura 6.

La figura 7 nos permite evaluar el funcionamiento de los modelos cuando se simula una descarga continua. En este ejemplo el accidente ocurre frente al puerto de Gibraltar y analizamos su efecto en el mar de Alborán. El vertido duró 5 días y se simuló su dispersión durante un mes. Debido a la naturaleza continua del vertido se obtiene una pluma muy alargada que se extiende a lo largo de la costa española, contaminada en su práctica totalidad, impulsada por el jet atlántico. Otros experimentos han mostrado que si el accidente sucede en la zona central del mar de Alborán, la mancha de contaminantes es retenida en el giro (si está presente) siendo muy lento el proceso de dilución de concentraciones. El tiempo típico para completar una rotación completa en el giro es del orden de 60 días.

Finalmente, en la figura 8 mostramos un ejemplo de resultados obtenido con CADPART. Suponemos que se produce un vertido accidental en la entrada de la ría de Huelva, y obtenemos la evolución temporal de la actividad específica que se alcanza en la entrada de la bahía de Cádiz, suponiendo que no sopla viento. La circulación promedio es anticiclónica

en el golfo de Cádiz [12], existiendo una corriente que circula hacia el estrecho de Gibraltar a lo largo de la costa española, por lo que efectivamente es esperable que parte de la contaminación alcance la bahía de Cádiz. Una parte de esa corriente penetra en el Mediterráneo y la restante se desplaza hacia el sur a lo largo de la costa de Marruecos, incorporándose a la corriente de Canarias. La magnitud del vertido (instantáneo) se ha fijado arbitrariamente como 1 TBq de un radionúclido de vida larga. Podemos ver en la figura 8 que la concentración máxima que se alcanza es de unos 210 Bq/m^3 , que la mancha de contaminación comienza a llegar unas 400 horas tras el accidente (17 días) y que el tiempo necesario para que sobrepase la zona es de unos 6 días. Por supuesto, estos tiempos se verán, en la práctica, muy afectados por las condiciones meteorológicas existentes en la zona tras el accidente.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo describimos muy brevemente, y damos algunos ejemplos de resultados, de un conjunto de modelos que se han desarrollado para ayudar en el proceso de toma de decisiones tras un vertido radioactivo en aguas del litoral andaluz. Los modelos cubren el litoral completo, desde Huelva hasta Almería, con una mayor resolución espacial en el estrecho de Gibraltar. Los modelos de dispersión se basan en técnicas lagrangianas, empleándose modelos hidrodinámicos que se ejecutan a priori (off-line) para obtener las corrientes necesarias para calcular el transporte. Esto se hace así pues es necesario dar una respuesta muy rápida si realmente se quiere ayudar en el proceso de toma de decisiones tras un accidente.

Un problema esencial cuando se trabaja con modelos es estimar la incertidumbre de sus predicciones. La interpolación de corrientes desde la malla en diferencias

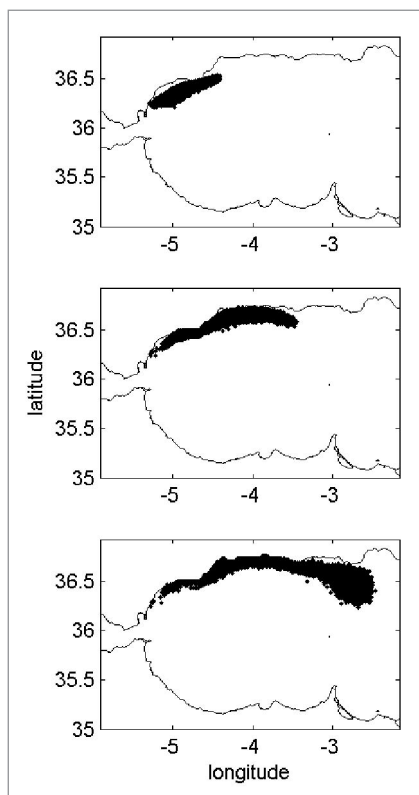


Figura 7: Posición de las partículas 7.5, 15 y 30 días (de arriba hacia abajo) tras un vertido continuo ocurriendo frente al puerto de Gibraltar.

finitas de los modelos hidrodinámicos realizada por los modelos de dispersión, así como el esquema en primer orden de aproximación que estos usan para calcular la advección de partículas, son fuentes de error. No obstante, en problemas de dispersión oceánicos estos errores son enmascarados por los efectos de la turbulencia. Por otra parte, aunque los resultados de los modelos hidrodinámicos se han comparado cuidadosamente con medidas experimentales, la calidad de la solución en todo el dominio no puede garantizarse. Finalmente, es necesario disponer de predicciones meteorológicas de calidad (velocidad y dirección del viento) sobre la escala de tiempo tras el accidente en la que se quiere realizar el cálculo. Como es bien sabido, la fiabilidad de una predicción meteorológica disminuye rápidamente conforme ampliamos su horizonte. A pesar de estos problemas, los modelos

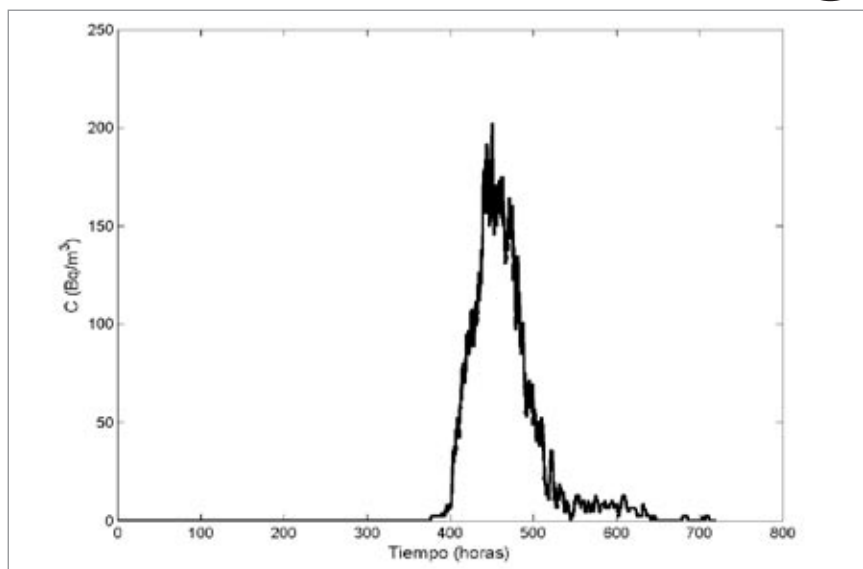


Figura 8: Evolución temporal de la actividad específica en la entrada de la bahía de Cádiz como consecuencia de un hipotético accidente en la entrada de la ría de Huelva.

de dispersión se han revelado como herramientas útiles para la gestión de accidentes. Por ejemplo, podemos realizar predicciones sobre el tiempo de llegada de una mancha de contaminación a una zona sensible bajo hipótesis más o menos conservativas, y se puede hacer de un modo extremadamente rápido.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo parcialmente financiado por el proyecto de excelencia RNM-419: Técnicas Ultrasensibles para la Determinación de Radionúclidos en Muestras Ambientales, Junta de Andalucía. Raúl Periañez agradece al Ministerio de Educación y Ciencia la concesión de una ayuda dentro del Programa Nacional de Movilidad del Profesorado Universitario para permanecer durante tres meses en la Universidad de Gales, donde parte de este trabajo fue realizado.

REFERENCIAS

[1] Periañez R. A particle-tracking model for simulating pollutant dispersion in the Strait of Gibraltar. *Mar Pol Bull* 49: 613-23; 2004.
[2] Gómez-Gesteira M., Montero P., Prego R., Taboada J.J., Leitao P., Ruiz-Villareal M., Neves R., Pérez-Villar V. A two dimensional particle-tracking model for pollution dispersion in A

Coruña and Vigo rías (NW Spain). *Oceanol Acta* 22: 167-77; 1999.

[3] Elliott A., Wilkins B.T., Mansfield P. On the disposal of contaminated milk in coastal waters. *Mar Pol Bull* 42: 927-34; 2001.

[4] Periañez R. Modelling the Dispersion of Radionuclides in the Marine Environment. Springer-Verlag, Heidelberg; 2005.

[5] Pugh D.T. Tides, Surges and Mean Sea Level. Wiley, Chichester; 1987.

[6] Tejedor L., Izquierdo A., Kagan B.A., Sein D.V. Simulation of the semidiurnal tides in the Strait of Gibraltar. *J Geophys Res* 104: 13541-57; 1999.

[7] Tsimplis M.N., Bryden H.L. Estimations of the transports through the Strait of Gibraltar. *Deep Sea Res* 47: 2219-42; 2002.

[8] Perkins H., Kinder T., La Violette P. The Atlantic inflow in the western Alborán Sea. *J Phys Oceanog* 20: 242-63; 1990.

[9] Vargas-Yáñez M., Plaza F., García-Lafuente J., Sarhan T., Vargas J.M., Vélez-Belchí P. About the seasonal variability of the Alborán Sea circulation. *J Mar Syst* 35: 229-48; 2002.

[10] Werner F.E., Cantos-Figueroa A., Parrilla G. A sensitivity study of reduced gravity flows with applications to the Alborán Sea. *J Phys Oceanog* 18: 373-83; 1988.

[11] León-Vintró L., Mitchell P.I., Condren O.M., Doves A.B., Papucci C., Delfanti R. Vertical and horizontal fluxes of plutonium and americium in the western Mediterranean and the Strait of Gibraltar. *Sci Tot Environ* 237: 77-91; 1999.

[12] García-Lafuente J., Delgado J., Criado-Aldeanueva F., Bruno M., del Río J., Vargas J.M. Water mass circulation on the continental shelf of the Gulf of Cádiz. *Deep Sea Res II*: 53: 1182-97; 2006.

NOTICIAS de ESPAÑA

Primeras retiradas dentro de la campaña de búsqueda y recuperación de fuentes radiactivas huérfanas

Desde marzo de 2007, ENRESA está llevando a cabo una campaña de "Búsqueda y recuperación de fuentes radiactivas huérfanas", cumpliendo la iniciativa del Ministerio de Industria Turismo y Comercio (MITYC) y con el asesoramiento y control del Consejo de Seguridad Nuclear. Tras recibir el pasado mes de octubre la correspondiente resolución de transferencia genérica del MITYC, se pudieron llevar ya a cabo las primeras retiradas de fuentes radiactivas de las instalaciones y poseedores que así lo habían solicitado.

Las primeras fuentes radiactivas retiradas dentro de 2007, en número de 24, tenían las siguientes características, con actividades calculadas al momento de su retirada:

FUENTES ENCAPSULADAS

Radionucleido	Nº de fuentes	Actividad total (MBq)
Cs-137	7	76 495
Sr-90	5	3 762
Am-241/Be	1	1 480
Tl-204	3	552
Ra-226/Be	3	418
Ni-63	1	370
Cm-244	1	12,1
Ra-226	1	1,8
Ba-133	1	0,35
Co-60	1	0,02



Figura 1. Equipo de medida de densidad de suelos localizado durante la campaña.

Radionucleido	Nº de fuentes	Actividad total (MBq)
Cs-137, C-14/Pb-210/ Bi-210	16	62,2



Figura 3. Soluciones patrón de distintos radionucleidos y etiqueta de identificación.

Finalmente, se retiraron también los siguientes embalajes y piezas con contenido radiactivo.

Radionucleido	No de fuentes	Actividad total (MBq)
Uranio empobrecido	5	74,5kg(919,48) Embalajes
Co-60	1	0,013 Pieza contaminada



Figura 4. Equipo de gammagrafía industrial con blindaje de uranio empobrecido.



Figura 5. Fuente radiactiva envuelta en lámina de plomoempobrecido.

Otros materiales encontrados durante la campaña, que no se han retirado dentro de ella, pero se han redirigido a la vía de gestión alternativa correspondiente (otras campañas de Enresa, proveedor original, gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos, etc.) han sido:

- Pararrayos conteniendo Am-241
- Detectores de humo conteniendo Am-241

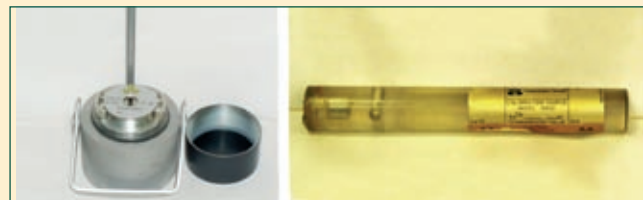


Figura 2. Fuentes encapsuladas utilizadas para verificación de equipos de medida.

Además de las fuentes mencionadas se retiraron también dentro de la campaña las siguientes fuentes no encapsuladas:



Figura 6. Pararrayos con cabezal radiactivo



Figura 7. Detector de humos del tipo iónico.

Previamente a su retirada todas las fuentes han sido caracterizadas individualmente por técnicos de ENRESA, acondicionadas para su almacenamiento y transporte seguros y trasladadas al Cabril para su adecuada gestión.


En los primeros meses de 2008 se han seguido recibiendo sollicitu-



Figura 8. Fuentes y equipos localizados en la campaña tras su caracterización, señalización y acondicionamiento.

des, que totalizan ya alrededor de un 50 fuentes adicionales, de las cuales, dentro del primer trimestre se han retirado la mitad de ellas.

Los sectores en los que se encontraban las primeras fuentes declaradas dentro de la campaña fueron:

Sector	Nº	Aplicación	Imagen gráfica
Médico	4	Fuentes de braquiterapia y de verificación.	
Investigación y Docencia	5	Fuentes de verificación. Fuentes de medida de densidad y humedad de suelos.	
Industria	9	Fuentes de control de procesos. Fuentes de medida de densidad y humedad de suelos.	
Instituciones y organismos oficiales	2	Fuentes de verificación	
Particulares	1	Fuentes de braquiterapia	

ENRESA solicita la colaboración de todos los que puedan aportar información que se entienda de utilidad para el éxito de esta iniciativa, para lo que se pueden utilizar los mecanismos de información y comunicación que resulten más sencillos, incluyendo los especificados a continuación:

www.enresa.es En esta dirección podrá encontrar información gráfica sobre este tipo de fuentes. E-mail: campfuentes@enresa.es Teléfono: 618649650.

Carmen Rueda. LAINSA

La aplicación de la Directiva para Agentes Físicos (2004/40/EC) sufre una moratoria hasta abril de 2012

Como previamente se expuso en noticias de España en el Nº 52 de RADIOPROTECCIÓN, en 2004 la Unión Europea adoptó la Directiva para Agentes Físicos (2004/40/EC) dirigida a proteger a los trabajadores de potenciales efectos adversos sobre la salud asociados a exposiciones agudas a campos electro-magnéticos (CEM), limitando así la exposición ocupacional. Esta Directiva debía ser incorporada en la ley por los Estados Miembros antes de abril de 2008. Sin embargo, con fecha de 26 de abril de 2008 se ha publicado la directiva 2008/46/CE por la que se modifica la anterior, de forma que se establece una moratoria para su transferencia a la legislación hasta abril de 2012. Entre las consideraciones justificativas de la moratoria se señala que conviene reexaminar pormenorizadamente la posible incidencia de la aplicación de la directiva de 2004 en la utilización de procedimientos médicos que se basan en la imagen médica y en determinadas actividades industriales. Previamente, como expusimos en el citado número de RADIOPROTECCIÓN, desde algunos sectores de profesionales de la medicina se había advertido a la Comisión europea que la imposición de límites legales para exposiciones ocupacionales a CEM podría dar lugar a restricciones significativas en el uso clínico y de investigación de la Resonancia Magnética. Para más información ver: Directiva 2008/46/ce del Parlamento europeo y del Consejo de 23 de abril de 2008:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:114:0088:0089:ES:PDF>

Comité de Redacción

Presentada la solicitud de autorización del Plan de desmantelamiento y clausura de la central nuclear José Cabrera

La central nuclear José Cabrera cesó su explotación comercial a mediados de año 2006 estando previsto inicial el proceso de desmantelamiento de la central a partir de abril del próximo año 2009, proceso, que concluirá previsiblemente en el año 2015, con la declaración de clausura de la instalación. Actualmente se llevan a cabo en la planta distintas actividades necesarias para proceder a autorizar su desmantelamiento y también para facilitar dicho proceso en el futuro. Esta estrategia de trabajo parte de una planificación conjunta entre los diferentes participantes en el proceso: Unión Fenosa Generación, Enresa, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y el Consejo de Seguridad Nuclear.

La fecha prevista por Enresa para la concesión de la autorización de desmantelamiento de la central José Cabrera es abril del año 2009. Un año antes, Enresa debería presentar la solicitud de autorización de desmantelamiento al MITYC, junto con la documentación soporte de la misma. La autorización de desmantelamiento facultará a Enresa para iniciar las actividades de descontaminación, desmontaje y demolición de las estructuras de la central, así como la retirada de los materiales residuales que se generen en el proceso para dejar el

emplazamiento en condiciones de ser liberado. Tras la declaración de clausura de la instalación, hito que se prevé tenga lugar en el año 2015, el emplazamiento retornará a su propietario, Unión Fenosa Generación.

En septiembre de 2003, a iniciativa del CSN, se constituyó un grupo de trabajo multidisciplinar integrado por técnicos expertos en distintas especialidades del CSN, de Unión Fenosa y de Enresa y un representante del Ministerio de Economía (actual MITYC). que tenía el objetivo básico de proponer una estrategia de licenciamiento y control eficaz que, a su vez, incorporara la experiencia nacional e internacional adquirida hasta el momento. Fruto del trabajo de dicho grupo se propuso un cambio de filosofía recomendado para los nuevos documentos oficiales del desmantelamiento de la central, con una estructura mucho más dinámica que los documentos similares de su fase de explotación. Asimismo, a fin de facilitar el futuro licenciamiento del proyecto, se propuso realizar una evaluación anticipada de los borradores de los mismos para ajustar y consensuar dicho contenido.

En febrero de 2006, Enresa remitió al CSN un primer borrador con gran parte de la documentación de licencia del Plan de desmantelamiento y clausura de la central José Cabrera (PDC). La revisión preliminar de los borradores de la documentación de licencia presentados se ha finalizado. Durante el transcurso de la misma se han llevado a cabo una serie de reuniones técnicas Enresa-CSN para el análisis de los hallazgos de estas evaluaciones.

En mayo del presente año, Enresa ha presentado la documentación de licencia definitiva junto a su solicitud de autorización de transferencia de titularidad y autorización de desmantelamiento de José Cabrera, momento en el que ha comenzado el control regulador reglamentario por parte del CSN.

J.L. Revilla, M. Gª Leiva. CSN

María Teresa Domínguez, nueva presidenta de Foro Nuclear

El pasado mes de abril, María Teresa Domínguez fue nombrada presidenta de Foro de la Industria Nuclear Española.

Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid, desarrolla



su actividad profesional en Empresarios Agrupados desde 1974.

En 2005 fue nombrada directora de reactores avanzados. En la reciente reorganización de la empresa, María Teresa Domínguez ha pasado a ser directora de Proyectos Avanzados, asumiendo la responsabilidad de la promoción comercial y el desarrollo de los proyectos nucleares avanzados y actividades de I+D+i, entre los que se encuentran el ES-BWR, el proyecto ITER, así como todas las actividades relacionadas con Generación IV y fusión nuclear.

La nueva presidenta de Foro Nuclear ocupó el cargo de Presidenta de la Sociedad Nuclear Española desde 2005 a 2007.

María Teresa Domínguez sustituye a Eduardo González, quien después de seis años como Presidente de Foro Nuclear, ocupará el puesto de Director de Energía en Fomento de Construcciones y Contratas (FCC).

Comité de Redacción

Lipoatrofia Semicircular, ¿patología ocupacional asociada a campos electromagnéticos?

La lipoatrofia semicircular (LS) está descrita en la bibliografía clínica como un trastorno raro, idiopático, que consiste en una hendidura semicircular de atrofia de la grasa subcutánea localizada en los muslos, y ocasionalmente en antebrazos o abdomen. La piel y el músculo subyacente permanecen intactos. La LS fue descrita por primera vez en 1974 por dos médicos alemanes (Dschwandtner y Munzberger). En general, la literatura asocia a esta patología con el entorno laboral, y parece registrarse preferentemente en edificios nuevos, de alto nivel tecnológico. Se ha descrito que dicho trastorno generalmente revierte al cambiar las condiciones ambientales y no se

conocen secuelas. El desorden afecta principalmente a trabajadores de oficinas, así, la mayor incidencia de LS se registró en trabajadores de la Compañía KBC Bank & Insurance Group, en Bélgica, cuando se trasladó a un total de 1.100 empleados a un edificio nuevo en Bruselas. Seis meses más tarde la LS se registró en 135 trabajadores y 8 años más tarde en más de 900 casos. Además, se han registrado otros casos en Francia, Italia Reino Unido y España. Su etiología se desconoce, han sido propuestas varias hipótesis pero ninguna puede explicar estos síntomas. La mayoría de los trabajos hipotetizan que la LS tiene su origen en un microtrauma primario debido a una presión mecánica local repetitiva contra un objeto. Se postula que los campos electromagnéticos pueden tener una función en el desarrollo de este fenómeno. También se ha sugerido la acción de descargas electrostáticas producidas por la diferencia de potencial entre el cuerpo humano y el borde de las mesas de trabajo, así, en el contacto, se podrían modificar las propiedades dieléctricas de la piel dañando la estructura del tejido adiposo. La observación de que el incremento de la humedad ambiental mejora la LS apoya esta teoría. Se ha descrito que la mayor incidencia se presenta en trabajadoras, probablemente debido a la presencia de un mayor grado de tejido adiposo, lo que podría hacerlas más susceptibles a padecer este trastorno. Ninguna de las hipótesis mencionadas ha sido demostrada experimentalmente. El examen anatomopatológico de las lesiones indica la participación de fenómenos inmunitarios, así, inicialmente se registra una infiltración linfocítica perivascular seguida de decrementos en el volumen y número de adipocitos y posterior sustitución del tejido adiposo por tejido conjuntivo, como consecuencia de la reparación tisular. En España se han comunicado casos epidémicos en 2007, tres meses después de que Gas Natural iniciara el traslado de 900 trabajadores a una nueva sede en Barcelona. En consecuencia, desde la propia empresa y la administración sanitaria se inició una investigación que ha resultado en la aplicación de medidas correctoras de las instalaciones, y en una importante reducción del número de afectados. Así, se ha concluido que la forma del borde de la mesa, el número de contactos con ésta y la existencia de una humedad baja y una electricidad estática alta son los principales factores de riesgo que favorecen la aparición de la LS. Estas conclusiones, junto con un

protocolo de actuación frente a la LS dirigido por médicos del trabajo, técnicos de mutuas y servicios de prevención, se presentaron en la primera jornada sobre la LS organizada por el Centro Nacional de Condiciones de Trabajo-Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (CNCT-INSHT) y la Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) en julio de 2007. En el presente, la compañía catalana Applus+LGA lidera un estudio, proyecto "LIPOSEARCH", enfocado a determinar, entre otros factores, si los campos electromagnéticos podrían estar asociados con la lipoatrofia. En dicho estudio, que ha comenzado en febrero, participan expertos en el área de radiaciones no ionizantes, entre ellos el personal del servicio de Bioelectromagnetismo, del Hospital Ramón y Cajal en Madrid. Para más información: ver, en este número de la revista, la sección Proyectos de Investigación; <http://www.websindical.com/lipoatrofia/kbcbank.pdf> y el artículo de Pomares y Arrizabalaga (2008) en Med Clin, 130 (6):213-5.

María Ángeles Trillo

Jornadas sobre el Sistema Nacional de Seguridad Física

Los días 22 y 23 de abril de 2008 tuvieron lugar en el Ministerio del Interior (MIR) las "Segundas jornadas sobre el sistema nacional de seguridad física de las instalaciones, actividades y materiales nucleares y radiactivos", organizadas conjuntamente por la Secretaría de Estado de Seguridad (SES) y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), dentro de las actividades previstas en el Acuerdo Específico de Colaboración suscrito entre ambos Organismos en octubre de 2007.

Las Jornadas tuvieron por objeto dar a conocer el sistema español de seguridad física de las instalaciones, actividades y materiales nucleares y radiactivos a todos los mandos de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y a los responsables de esta materia de otras instituciones públicas y privadas.

Durante las sesiones fueron objeto de presentación y debate asuntos como la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear, los tratados internacionales sobre seguridad física y salvaguardias, el sistema español de seguridad física, los planes de seguridad de las instalaciones nucleares, la prevención del delito nuclear y radiológico, la vigilancia radiológica en fronteras, los programas de

recuperación de fuentes huérfanas y la instrumentación aplicable a la detección del tráfico ilícito, entre otros. Dos mesas redondas en las que se debatieron el presente y el futuro de la Seguridad Física en el ámbito nuclear completaron las Jornadas.

Comité de redacción

Master en Ingeniería Nuclear y aplicaciones: MINA 2008

La consecución de un desarrollo sostenible y la acuciante preocupación por el calentamiento global y por la garantía del suministro energético, han renovado el interés por la producción nuclear de energía. Si bien, este previsible resurgimiento nuclear está coincidiendo en el tiempo con el retiro de la generación de profesionales que han sido responsables del diseño, la construcción y explotación de las centrales nucleares de segunda generación y, con ellos, de una buena parte de la experiencia adquirida. Este hecho no hace sino reforzar aún más la necesidad de incorporar nuevos ingenieros, tecnólogos y científicos al sector nuclear.

Ante esta situación, CIEMAT ha reconocido la oportunidad de adoptar una nueva concepción, tan ambiciosa como estimulante, en la formación de profesionales nucleares: el Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones (MINA). Nacido con vocación multi-institucional, MINA pretende ser un máster inter-universitario cuyo objetivo es la formación de profesionales en el área de la ingeniería nuclear. Para ello, se han formulado los siguientes fines específicos:

- La revisión de los fundamentos de la tecnología nuclear.
- La profundización en las áreas que integran la tecnología nuclear.
- La familiarización con las aplicaciones actuales y estudio de las futuras.

Se abordarán tres grandes áreas: centrales actuales, sistemas futuros, y radiación y aplicaciones. El primero agrupa un elenco de temas tan variados como actuales: ciclo de combustible, operación y mantenimiento de centrales, extensión de vida y desmantelamiento y clausura. El segundo se perfila en tres líneas principales de estudio: sistemas de generación III, III+ y IV, fusión por confinamiento magnético e inercial y reactores subcríticos para transmutación. La última contempla desde las medidas preventivas contra las radiaciones ionizantes (protección radiológica) hasta los

desarrollos tecnológicos con aplicación en la industria.

- DURACIÓN: 1.500 horas, del 6 de octubre de 2008 al 30 de junio de 2009.
- DIRIGIDO A: Titulados superiores de facultades o escuelas científicas o tecnológicas, así como a profesionales relacionados con el sector nuclear.
- INSCRIPCIÓN: del 10 de abril al 3 de octubre de 2008.
- CUOTAS:

Master: 3000 euros

Asignatura: 300 euros

Se concederán 10 cuotas reducidas (según bases)

– LUGAR Y HORARIO: CIEMAT. Jornada completa.

– INFORMACIÓN ADICIONAL: Formación en Energía y Medio Ambiente. CIEMAT.

Avda. Complutense, 22. 28040 Madrid.

Tfno: 913466294 - 913466292.

Fax: 913466297. E-mail: pr.tn@ciemat.es

Comité de redacción

Continúan los trabajos de limpieza y descontaminación en la central nuclear de Ascó

La central nuclear de Ascó continúa llevando a cabo los trabajos de inspección, limpieza y descontaminación de edificios, equipos y áreas afectadas por la emisión de partículas. A su vez, se trabaja en el plan de acción y en el análisis de causa-raíz del suceso.

El suceso de liberación de partículas acontecido en la central nuclear Ascó I ha tenido un impacto radiológico irrelevante en trabajadores, miembros del público y medio ambiente según se desprende de los resultados de la valoración de todo el material recogido desde la detección de dicha emisión.

La cronología de los hechos arranca el 14 de marzo cuando en el transcurso de la vigilancia radiológica semanal del exterior de los edificios de la planta, se detectaron partículas radiactivas en el suelo próximo a la esclusa de equipos del edificio de contención del grupo I. Esta localización dio lugar a una inmediata intensificación de las vigilancias y al análisis del material encontrado para determinar su origen. A raíz de estos trabajos, los días 3 y 4 de abril se confirmó la existencia de otros puntos de contaminación en terrazas y zonas próximas, mayoritariamente hacia el este,

siguiendo la dirección del viento, y se pudo determinar la causa origen. Durante todo este proceso se mantuvo informados a los inspectores residentes y, el 4 de abril, se realizó la notificación (ISN a 24h.) al Consejo de Seguridad Nuclear y a la Subdelegación del Gobierno, según los protocolos establecidos.

La causa origen se sitúa en las operaciones de limpieza del edificio de combustible al finalizar la última recarga del grupo I. El día 26 de noviembre, se vertieron en la piscina de combustible restos de agua y lodos recogidos del canal de transferencia. En esta maniobra se salpicaron las rejillas de aspiración de la ventilación causando la contaminación del sistema de ventilación de dicho edificio. Hasta el día 29 este sistema se mantuvo funcionando en modo filtraje por lo que el arrastre de partículas al exterior no se produjo hasta pasada esta fecha, cuando se puso en marcha el modo normal sin filtrado.

Durante todo el mes de abril se han llevado a cabo las mediciones previstas en el programa de vigilancia de contaminación de los trabajadores y personas que han estado en la planta y, hasta la fecha de hoy, habiéndose ya se ha realizado el control radiológico a un alto número de personas del total previsto (1.700 aproximadamente), en ningún caso se haya detectado presencia de actividad.

Así mismo, el Consejo de Seguridad Nuclear está llevando a cabo también una campaña especial de vigilancia radiológica en las áreas exteriores de la central que se prevé finalizar a mediados de mayo.

Destacar también la misión de verificación compuesta por tres expertos de la Dirección General de Energía y Transportes de la Comisión Europea que visitó el 30 de abril la central nuclear Ascó. Los expertos de Bruselas destacaron en su informe preliminar la no significación radiológica del suceso y el hecho de que la gran mayoría de las partículas liberadas se hayan encontrado dentro del vallado de la central.

El incidente ha sido clasificado por el CSN como nivel 2 en la escala internacional INES.

Comité de Redacción

Segunda Asamblea General de CEIDEN

En la sede del ministerio de Industria ha tenido lugar la 2ª Asamblea General de la

Plataforma Tecnológica CEIDEN, bajo la presidencia del subdirector general de Energía Nuclear, Javier Arana, actuando como secretario general Pío Carmena.

La Plataforma Tecnológica CEIDEN fue constituida el 24 de mayo de 2007, con el objetivo de fortalecer la colaboración de todos los actores implicados en la I+D+i nuclear. En la actualidad, cuenta con 53 miembros de pleno derecho, entre los que se encuentran empresas eléctricas, ingenierías, centros de investigación, empresas de bienes de equipo, ciclo de combustible y organismos del sector, además de los ministerios de Industria y de Ciencia e Innovación.

La segunda Asamblea estuvo dividida en dos grandes sesiones. En primer lugar se presentaron los programas realizados y en curso, que se enmarcan en los siguientes campos: almacenamiento y transporte en seco del combustible gastado; aprovechamiento de materiales de la central nuclear José Cabrera; participación en el proyecto del reactor Jules Horowitz; reactores avanzados; dosimetría interna; formación, e ingeniería civil.

La segunda parte de la asamblea se dedicó a la presentación de nuevos proyectos. Especial atención mereció el Master de Ingeniería Nuclear, MINA, que se impartirá por primera vez en el curso 2008-2009. Por otra parte, se analizaron las acciones enmarcadas en el Plan Nacional de I+D, en el VII Programa Marco de la Unión Europea y en la Plataforma Europea de energía nuclear sostenible.

En esta ocasión se procedió a la renovación del Consejo Gestor, que quedó integrado por: Empresas eléctricas: Pablo León (ENDESA), Juan de Dios Sánchez (IBD) y Julio Blanco (UF); Ciclo del combustible: Roberto Villegas (ENUSA) y Alvaro Rodríguez (ENRESA); Instituciones de I+D: Iñaki Azkarate (INASMET) y Enrique González (CIEMAT); Universidades: José María Aragonés (UPM); Empresas de Ingeniería: María Teresa Domínguez (EE.AA); Empresas de Bienes de Equipo: Carmelo Palacios (ENSA); Empresas de Servicios: Javier Guerra (TECNATOM); CSN: José Manuel Conde y Carlos Castella; Ministerio de Industria: Saleta González Escalada; Ministerio de Educación: Ana María Lancha

La Plataforma Tecnológica Nuclear CEIDEN está integrada por 50 miembros de pleno derecho, y tres observadores (AREVA, General Electric y Westinghouse).

Comité de Redacción

ENDESA crea una Dirección General de Energía Nuclear

El Consejo de Administración de ENDESA aprobó, en su reunión del 9 de mayo, una serie de cambios en su organización.

El más destacado es la creación de una Dirección General de Energía Nuclear, encuadrada en la Dirección General del Negocio de España y Portugal, con el objetivo de reforzar la responsabilidad de gestión en esta materia.

Para el cargo de Director General de Energía Nuclear ha sido nombrado Alfonso Arias Cañete, que cuenta con dilatada experiencia en el sector energético y, especialmente, en el ámbito de la energía nuclear.



Entre otros cargos, ha sido miembro de la Asociación Internacional de Derecho Nuclear (INLA), Secretario General del Consejo de Seguridad Nuclear, y Secretario General y del Consejo de Administración de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos.

Alfonso Arias Cañete ocupaba, hasta este nombramiento, la Dirección de Asesoría Jurídica de Latinoamérica y la Secretaría General de Endesa Internacional.

La Dirección General de Energía Nuclear asume las funciones y competencias ligadas al ámbito nuclear de la Producción e Ingeniería del Negocio de España y Portugal.

Comité de Redacción

11º European ALARA Network Workshop "ALARA en la gestión de residuos radiactivos"

Atenas, Grecia, 9-11 abril 2008

El pasado mes de abril se celebró en Atenas, en la sede de la Comisión Griega de Energía Atómica (GAEC) el 11º Workshop de la Red Alara Europea (EAN). El objetivo del mismo fue centrarse en la implementación del principio ALARA desde el punto de vista de las exposiciones ocupacionales y del público originadas de la gestión de los residuos radiactivos en diferentes sectores: nuclear, médico, NORM, industrial educación e investigación, con vistas a la identificación de áreas que necesitan mayor investigación y desarrollo y a la elaboración de recomendaciones.

Asistieron al workshop 64 participantes pertenecientes a 15 países europeos. Por parte española participaron dos representantes del Consejo de Seguridad Nuclear.

Como en previos "workshops", el mismo se organizó en dos partes bien diferenciadas: por un lado presentaciones y ponencias dedicadas a subrayar los principales temas de interés y por otro, una buena parte del programa se dedicó a discusiones en el seno de grupos de trabajo desde donde se elaboraron recomendaciones.

Las presentaciones se estructuraron en torno a las siguientes temáticas:

- Introducción y contexto: consistió en una revisión de las estrategias, políticas y regulaciones sobre la gestión de residuos a nivel nacional e internacional, analizando la manera en que éstas consideran el principio ALARA. Las presentaciones corrieron a cargo de los organismos internacionales: Unión europea y Organismo Internacional de Energía Atómica.

- Implicación de las partes interesadas (stakeholders). en el proceso de toma de decisiones así como las diferentes aproximaciones y experiencias en diferentes países europeos.

- Aplicación del principio ALARA: la aplicación del principio de optimización en contraposición con el principio de minimización; la aproximación de las dosis al público versus las dosis a los trabajadores; cuál es el papel de las técnicas de ayuda a la toma de decisiones (análisis coste beneficio, etc) en el siglo

- XXI y cómo aplicar el principio ALARA en la reutilización, reciclaje y almacenamiento de material radiactivo.

- Experiencias prácticas en la aplicación del principio ALARA en diferentes sectores: médico, industria no nuclear e investigación, NORM e industria e investigación nuclear.

- En cuanto a los temas de discusión en grupos de trabajo, los temas abordados fueron:

- Tratamiento de las dosis: cómo tener en cuenta las diferencias en distribución de las dosis, las dosis del público frente a las de los trabajadores, dosis a largo plazo, etc.

- ¿Cómo se debería de aplicar e implementar el principio ALARA en los campos de la reutilización y reciclaje de materiales radiactivos?

- ¿Porqué deberían aplicarse diferentes estrategias en los diferentes sectores?. ¿Cuáles deberían de ser esas diferencias?

- ¿Cuáles son los principales criterios que deberían utilizarse en la toma de decisiones en la gestión de residuos radiactivos?.

Partiendo de las conclusiones y recomendaciones propuestas por los diferentes grupos de trabajo organizados efecto, se elaborarán las recomendaciones oficiales del "workshop" que serán publicadas en los próximos meses por la Red Alara Europea (EAN). Dichas recomendaciones se referirán a los siguientes aspectos: necesidad de una mayor implicación de las partes interesadas, aproximación más integrada de todo el proceso de gestión de residuos, armonización de las normativas nacionales e internacionales, elaboración de guías internacionales y ejemplos prácticos, ALARA y los residuos no radiactivos, etc.

Las recomendaciones de los diferentes grupos de trabajo así como las ponencias presentadas durante el "workshop" se encuentran disponibles en la página del "workshop": <http://www.eecae.gr/alara08/> y en la página de la EAN: <http://www.eu-alara.net/>

Comité de Redacción

Iniciativa global de seguridad radiológica en el ámbito sanitario de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

- Debido al uso extensivo de las radiaciones ionizantes (RI) en el ámbito sanitario, la promo-

- ción de la seguridad radiológica en medicina se ha convertido en una cuestión de **salud pública**. La visión de la OMS es el uso seguro de las radiaciones en medicina a través de la promoción de las buenas prácticas y la prevención de exposiciones innecesarias.

- De acuerdo a su mandato global en salud, la OMS está llamada a jugar un rol clave para prevenir exposiciones médicas innecesarias y promover al mismo tiempo el **uso seguro de las radiaciones en medicina**. El compromiso de la OMS en este campo podrá reforzarse mediante la promoción de la cultura de la seguridad radiológica en el ámbito sanitario, abordando directamente a los usuarios de radiaciones ionizantes y brindando recomendaciones a las autoridades nacionales de salud. Una iniciativa global para la **seguridad radiológica en el ámbito sanitario** ofrecerá una plataforma para la provisión de recomendaciones a las autoridades de salud de los Estados Miembros y para desarrollar herramientas prácticas destinadas a los usuarios finales de RI en el campo médico.

- Para conseguir este objetivo la OMS propone promover la cultura de la seguridad en el ámbito sanitario a través de:

1. Herramientas de difusión para abogar por políticas de salud en seguridad radiológica, protección de los niños y de la mujer gestante, seguridad en tomografía computada, prevención de exposiciones no intencionales en radioterapia y en radiología intervencionista (Ej. cartillas informativas, folletos, trípticos, afiches);

2. Recomendaciones acerca de la radioprotección en hospitales, manuales y guías de buena practica basadas en evidencia (Ej. tomografía computada y exposiciones pediátricas);

3. Herramientas informáticas para estimar dosis en la población resultantes de las exposiciones médicas;

4. Herramientas de comunicación para usuarios finales de RI (Ej. sitio Web, boletín, foro de discusión);

5. Material de entrenamiento destinado a especialistas en salud pública y personal de salud.

- Si se desea más información adicional contactar con: Dra. Maria del Rosario Pérez PHE/RAD, Tel. +41 22 791 5027, Email: perezm@who.int

Comité de Redacción

Accidentes de irradiación debidos a fuentes radiactivas industriales: el IRSN propone a los médicos a un guía en línea de ayuda al diagnóstico

Una exposición, hasta de duración muy corta, en las cercanías de una fuente radiactiva de alta actividad no protegida puede tener consecuencias graves para la salud de las personas implicadas. La detención de estas fuentes está estrictamente reglamentada y controlada, pero siempre puede haber posibles accidentes: en diciembre de 2005 en Chile, y en junio de 2006 en Senegal, algunos trabajadores estuvieron expuestos a una fuente industrial (aparato de gammagrafía industrial) extraviada en el primer caso, mal protegida en el segundo. En Bélgica, en abril de 2006, una fuente industrial (instalación de esterilización) irradió muy gravemente a un trabajador. En el caso de una fuente perdida o robada, incluso de un acto de malevolencia, podría haber víctimas de tales exposiciones (como en Goiânia, Brasil 1987).

Debido a la rareza de estos accidentes, la etiología de las patologías radioinducidas es difícil de establecer y los médicos no están familiarizados con sus síntomas. Por ello, en los accidentes de irradiación debidos a fuentes radiactivas industriales, todo retraso en el diagnóstico y la planificación de los tratamientos es susceptible de agravar el pronóstico.

Es por eso que el IRSN toma la iniciativa de proponer a los médicos, internistas o especialistas, un guía en línea de ayuda al diagnóstico en los casos de accidentes por irradiación.

Este es el primer instrumento en línea disponible en Francia sobre este tema. La guía trata las consecuencias de una exposición accidental a una fuente de radiación ionizante. No es aplicable a las situaciones que resultan de una contaminación accidental por ingestión o inhalación de sustancias radiactivas. La guía describe la sucesión de signos clínicos del "síndrome agudo de irradiación" que pueden aparecer en las horas, los días o semanas después de una irradiación accidental.

Propone un cuestionario del paciente, las imágenes de quemaduras radiológicas, curvas características de control del número de células sanguíneas así como los pasos que hay que seguir desde el punto de vista de la gestión, destinada al médico que trata al pacien-

- te, para confirmar o invalidar la hipótesis de una exposición accidental a las radiaciones ionizantes. Este nuevo instrumento debería permitir a la profesión médica aumentar su vigilancia y hacer más correcta la respuesta sanitaria en caso de accidente de irradiación.

<http://www.irsn.org/>

Comité de redacción

Nuevo Grupo de Trabajo ICRP sobre dosimetría de especies no humanas

- La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) aprobó en su reunión del pasado octubre, la creación de un grupo de trabajo (Task Group No. 74) dentro del comité 5, dedicado a la dosimetría para especies distintas de los seres humanos. Dicho grupo está coordinado por Gerhard Pröhl (Helmholtz Zentrum München, Alemania) y tiene como miembros a: Karine Beaugelin (IRSN, Francia), Justin Brown (NRPA, Noruega), José M. Gómez Ros (CIEMAT, España), Sunita Kamboj (ANL, EE.UU.), Alexander Ulanovsky (Helmholtz Zentrum München, Alemania) y Jordi Vives I Batlle (WSC, Reino Unido). La primera reunión tendrá lugar Munich (Alemania), del 30 de junio al 2 de julio de este año.

Comité de Redacción

66ª Reunión del Comité de Protección Radiológica y Salud Pública (CRPPH) de la NEA/OECD

- La 66ª reunión se celebró en París desde el 20 al 22 de Mayo de 2008.

- Manuel Rodríguez (CSN), Pedro Carboneras (ENRESA) y David Cancio (CIEMAT) asistieron como miembros españoles.

- La Agenda incluyó bastantes temas y se comenzó con la presentación y discusión de documentos elaborados sobre la 4ª Conferencia Regional Asiática sobre la Evolución del Sistema de Protección Radiológica. Asimismo se incluyó la participación de la NEA en la revisión del las Normas Básicas Internacionales y los planes para la revisión de la próxima versión 1.0 por parte del Comité de especialistas *ad-hoc* denominado EGIR (en el mismo ha actuado

- por parte española M^a. Jesús Muñoz del CSN). Finalmente en esta primera parte se presentaron los resultados del Workshop sobre decisiones sobre Ciencia y Política realizado en Finlandia en enero 2008.

- En resumen se puede decir que la conferencia regional ha dado información de interés válida para la revisión de la posición de la NEA en la revisión de las Normas Básicas. La NEA además tiene un papel activo en la Secretaría y responsabilidades concretas en la redacción de las mismas. Por otra parte es importante destacar que, como consecuencia de la revisión de la ciencia de base de la protección, las discusiones mostraron una compatibilidad y apreciación favorable tanto sobre los análisis de UNSCEAR a punto de ser publicados como sobre las decisiones tomadas por ICRP en sus nuevas recomendaciones (ICRP-103).

- En la segunda parte se organizó una Sesión Tópica sobre desarrollos de interés para la protección. El UNSCEAR presentó la revisión de los niveles de radiación debido a las distintas fuentes de radiación y sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. El comité RERF que estudia los efectos derivados en las poblaciones irradiadas por las explosiones atómicas presentó un resumen de sus desarrollos con énfasis en el riesgo cardiovascular. También hubo presentaciones de los trabajos después de las nuevas recomendaciones por parte de la ICRP, la OMS presentó su desarrollo a nivel mundial sobre el radón y la importante iniciativa global sobre la seguridad radiológica en las aplicaciones médicas. También se detallaron los desarrollos para la revisión de las normas europeas por parte del Grupo de Expertos del Artículo 31-EURATOM y algunos resultados del programa de investigación de dosis bajas del US-DOE.

- Finalmente se pasó revista a todos los Grupos de Trabajo del CRPPH sobre emergencias, las recomendaciones de ICRP, la participación de grupos interesados, la exposición ocupacional y del público, las mejores tecnologías disponibles en el resurgimiento del ámbito nuclear, la protección del medio ambiente y los aspectos sociales en la protección radiológica.

- En todos los casos se discutió sobre el trabajo que se está realizando y se aprobaron los planes para el próximo año.

David Cancio.

Representante español en el Comité

Reunión del proyecto EURANOS sobre gestión de emergencias radiológicas y nucleares

Con motivo de la finalización en 2009 del Proyecto EURANOS, incluido en el Programa Marco de I+D de la UE (ver en este número Proyecto EURANOS, en la sección Proyectos de Investigación), se organizó una reunión de trabajo sobre Gestión de Emergencias Radiológicas y Nucleares que tuvo lugar en Viena entre los días 15 y 16 de abril. El objetivo de la reunión era revisar la situación actual y evaluar la disposición para los nuevos problemas relacionados con el control de la gestión radiológica y nuclear. En particular, se pretendía identificar si es necesario establecer nuevas herramientas, métodos y enfoques para asegurar que la gestión de emergencias cumpla su papel a la luz de los actuales y futuros desafíos, recogiendo las opiniones y necesidades de los países participantes sobre los nuevos retos emergentes en la gestión de emergencias nucleares y radiológicas tanto a nivel de investigación como a nivel operativo y de políticas de actuación.

La reunión se estructuró como una combinación de una sesión plenaria para introducir los nuevos desafíos, seguida de sesiones específicas sobre la Planificación, la Respuesta inmediata, la Cadena alimentaria y la Recuperación, y concluyendo con una sesión plenaria de clausura.

En la primera sesión plenaria se plantearon las nuevas necesidades en la preparación de emergencias en relación con los nuevos escenarios, diferentes del clásico relativo a la liberación accidental de radionucleidos procedentes de instalaciones nucleares, tales como usos malintencionados de la radiación, bombas sucias, accidentes en el transporte de material radiactivo, etc. Además, se discutió la influencia en el proceso de las nuevas recomendaciones ICRP sobre situaciones de exposición en emergencias.

En cada una de las sesiones paralelas, se realizó una presentación introductoria, a cargo de uno o dos expertos en la materia, de las cuestiones de importancia seguida por una discusión entre los participantes sobre el estado de las nuevas herramientas y métodos de investigación sobre los que se está trabajando o considerando.

La última sesión plenaria sirvió de foro para discutir y consolidar las conclusiones. No

sólo se presentaron las cuestiones planteadas durante las sesiones, sino que se abrió la discusión para que el resto de participantes reflejaran sus propios puntos de vista y se contribuyó a un diálogo conjunto entre todos. Las conclusiones establecidas pueden ser la base de futuras actuaciones y de la elaboración de una propuesta de Proyecto de continuación del actual proyecto EURANOS dentro del Programa Marco de la UE.

La reunión congregó a profesionales y responsables políticos, así como a investigadores de toda Europa. Alrededor de 60 participantes de 26 países asistieron a la misma. Un total de 23 Estados miembros de la UE estuvieron representados, junto con responsables de las emergencias radiológicas de Croacia, Noruega y Suiza, confirmando el elevado interés existente en toda Europa en relación con los actuales y los nuevos desafíos y las posibles mejoras en la preparación a las emergencias.

La participación española, contó con la presencia de representantes del CSN, del CIEMAT y de la ETS de Ingenieros Industriales de la UPM.

Milagros Montero.
Investigadora CIEMAT

Reunión del Comité 5 de la ICRP

Durante los días 12 a 16 de mayo de 2008 tuvo lugar la reunión del Comité 5 (C5) de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en Porquerolles, Francia.

El principal objetivo de la reunión era revisar los comentarios recibidos en la página electrónica de la ICRP sobre el borrador del documento "*Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants*". Dicho documento, elaborado por el C5, se sometió a consulta pública a finales de 2007, como viene siendo habitual en los últimos años para todos los documentos que elabora la Comisión.

Se han recibido un total de 17 comentarios de diferentes países e instituciones, entre los que se encuentran la Agencia de Energía Nuclear (NEA), la Comisión de Regulación Nuclear de EE.UU. (NRC), la Comisión Nacional de Energía Nuclear de Brasil, el Ministerio de Defensa del Reino Unido, el Centro de Investigación Nuclear de Bélgica, el Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas de Japón, la Sociedad Italiana de Radioprotec-

ción, la Agencia de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear de Australia, el Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear de Francia (IRSN), la Sociedad Belga de Protección Radiológica, el Centro de Ecología e Hidrología del Reino Unido (CEH) y ENRESA. En general, ha habido una buena acogida a la iniciativa de la ICRP de desarrollar un marco conceptual para la protección radiológica del medio ambiente.

La Comisión ha decidido utilizar para la protección radiológica del medio ambiente una aproximación que se basa en la selección de un número reducido de animales y plantas de referencia (RAP, del inglés "*Reference Animals and Plants*"), que permita desarrollar las bases de datos necesarias para poder conocer las relaciones existentes entre exposición y dosis y entre dosis y efectos biológicos. En el borrador del informe se describe el concepto de RAP y los criterios utilizados para seleccionar la lista inicial de RAPs, que cuenta con un total de 12 representantes. Para cada uno de los RAPs seleccionados se ha recogido la información existente en cuanto a características biológicas, rutas de exposición, dosimetría y efectos biológicos. Con toda esa información, se han propuesto unos Niveles de Consideración Derivados (DCLs, del inglés "*Derived Consideration Levels*"), que se pretende que sirvan de niveles de referencia ambiental, dando una idea del nivel de riesgo que determinadas situaciones de exposición a radiación pueden conllevar para especies no humanas. Es importante dejar claro que en ningún momento los DCLs se han propuesto para ser utilizados como "*límites de dosis*". En situaciones concretas de exposición del medio ambiente a radiación, los DCLs permitirán decidir si dicha situación no reviste riesgo, por lo que no sería necesario seguir haciendo estudios, o si por el contrario, se superan los niveles de referencia, lo que haría necesario realizar un análisis en mayor profundidad de esa situación o escenario concreto.

El Comité 5 analizó en detalle todos y cada uno de los comentarios recibidos, tomando nota de aquellos que servirán para mejorar el informe y que por supuesto serán tenidos en cuenta en la elaboración de la versión final del documento.

Durante la reunión también se trató la evolución de los Grupos de Trabajo que el Comité tiene en marcha en la actualidad sobre: Dosimetría, Factores de transferencia y Eficacia biológica relativa (RBE). Dichos grupos

acaban de crearse o están aún en proceso de creación, por lo que se esperan resultados para finales de 2008 y 2009.

Por último, el Comité discutió otros informes que está desarrollando en la actualidad, entre los que destaca el documento "Situating the Concept of Reference Animals and Plants developed for Radioprotection in the General Context of Environmental Protection: Commonalities, Consistencies, their Limits and Upcoming Trends", que está previsto que se publique en el año 2009. Dicho informe pone

- en contexto la aproximación RAP para la
- protección radiológica del medio ambiente,
- respecto por un lado al sistema actual de la
- ICRP para la protección radiológica de las
- personas y por otro a las aproximaciones se-
- guidas para proteger el medio ambiente frente
- a otros agresores (productos químicos).
- A la reunión, además de los miembros del
- Comité 5, asistió como observador Ted Lazo
- de la Agencia de energía nuclear (NEA).

Almudena Real.
Miembro del C5 de la ICRP

tes contaminados o con posibilidad de ser contaminados.

- Tener en cuenta los factores sociales, económicos, éticos y culturales en el establecimiento de las políticas de gestión postaccidente.

El desarrollo del sistema de apoyo a las decisiones RODOS (Real time On-line Decision Support for off-site emergency management) fue una importante respuesta a estas necesidades. RODOS es el único que cumple el objetivo de ser un sistema global para las emergencias exteriores, aplicable para toda Europa, para cualquier tipo de accidente nuclear y comprendiendo todas las fases de la gestión del accidente y constituye un hito importante en el apoyo de la CE a la investigación. El sistema ha sido instalado, para su utilización preoperacional, en los centros de emergencia de varios países europeos, entre ellos España, y se prevé su instalación futura en otros. Este amplio uso del sistema ejemplifica sus logros y augura un buen camino hacia la obtención de una respuesta coherente y efectiva para cualquier accidente futuro que pudiera afectar a Europa.

Actualmente, el proyecto integrado EURANOS (EUropean Approach to Nuclear and radiological emergency management and rehabilitatiOn Strategies), bajo la dirección del Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) de Alemania, está integrando la investigación europea destinada a mejorar la gestión de cualquier accidente futuro o acto malintencionado que conduzca a la liberación de materiales radiactivos al medio ambiente y pretende incrementar la coherencia y eficacia de la gestión de emergencias nucleares y radiológicas en Europa incluyendo la rehabilitación de las áreas contaminadas.

EURANOS es un proyecto multinacional de 5 años, financiado por la Comisión Europea y 23 Estados miembros europeos, se inició en abril de 2004. La integración de 17 organizaciones nacionales de gestión de emergencias, con 33 organismos de investigación y otros interlocutores sociales en una plataforma de trabajo común, ha permitido reunir las mejores prácticas, conocimientos y tecnología para mejorar la preparación para la respuesta de Europa a cualquier emergencia radiológica o nuclear y la rehabilitación a largo plazo.

Los principales objetivos del proyecto EURANOS son los siguientes:

- Reunir información sobre la probable eficacia y las consecuencias de una amplia gama de contramedidas.



Proyecto "LIPOSEARCH"

Se ha organizado un estudio, Proyecto LIPOSEARCH, enfocado a determinar las causas, entre ellas, la potencial acción de campos electromagnéticos, sobre la Lipoatrofia Semicircular (LS, ver información sobre dicho trastorno en la sección de Noticias de España). El proyecto aborda, además un estudio de población que permitirá establecer el índice de afección en la ciudadanía. En el estudio, participan expertos en el área de radiaciones no ionizantes, entre ellos el personal del Servicio de Investigación-Bioelectromagnetismo, del Hospital Ramón y Cajal en Madrid. El Proyecto "LIPOSEARCH", está configurado con un comité científico y un comité ejecutivo. El primero constituido por ocho grupos españoles, de siete instituciones catalanas y la mencionada en Madrid (a través de un convenio suscrito entre el Instituto Madrileño de Salud y la FIBio-HRC). La realización de dicho proyecto ha sido promovido por el comité ejecutivo del proyecto, formado por seis empresas españolas interesadas en la colaboración con las anteriores instituciones para el desarrollo de las investigaciones sobre la LS. Este proyecto se desarrolla bajo la coordinación de la Compañía Applus+LGAI, que forma parte del comité científico y que dispone de capacidad tecnológica, laboratorios y personal experto en campos electromagnéticos. Los seis grupos restantes del comité científico de este Proyecto son: El laboratorio de Microbiología Sanitaria

y Medioambiental (MSLab) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). El departamento de Anatomía Patológica, Farmacología y Microbiología de la Facultad de Medicina de Barcelona, mediante la Fundació Bosch i Gimpera (FBG-UB). El departamento de Telecomunicaciones y Teoría del Senyal, de la Universidad Ramón Llull-La Salle. El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación de Cataluña (COETTC). El Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC de Barcelona (IIQAB) y el Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental (CREAL).

M^a Ángeles Trillo

Proyecto EURANOS

(European Approach to Nuclear and Radiological Emergency Management and Rehabilitation Strategies)
La gestión exterior de las emergencias nucleares - una empresa europea.

Tras el accidente de Chernobyl el 26 de abril de 1986, se pusieron de manifiesto importantes carencias y deficiencias en los procedimientos de respuesta a nivel nacional, regional e internacional. Como consecuencia de tales carencias se detectó la necesidad de:

- Una respuesta más coherente y armonizada en toda Europa y durante las diferentes fases de un accidente.
- Un intercambio mejor de la información para posibilitar una actuación más rápida y efectiva entre los países vecinos.
- Un uso mejor de los limitados recursos técnicos y evitar la duplicación.
- Desarrollar herramientas de ayuda a la decisión sobre, y de técnicas para, la gestión a largo plazo y restauración de los ambien-

• Brindar una orientación a las organizaciones de gestión de la emergencia y a los encargados de adoptar decisiones, sobre el establecimiento de una adecuada estrategia de respuesta.

• Seguir mejorando los sistemas avanzados de apoyo a las decisiones, en particular, RODOS, a través de las reacciones y comentarios procedentes de su uso operativo.

• Crear iniciativas regionales para el intercambio de información basado en el estado del arte de las tecnologías de la información.

• Desarrollar guías que asistan a los Estados miembros de la UE en la elaboración de un marco para la rehabilitación sostenible de las condiciones de vida en las zonas contaminadas.

• Mantener y mejorar el conocimiento y la competencia a través de ejercicios de emergencia, la formación y la educación, fomentando, de este modo, las mejores prácticas en la respuesta a situaciones de emergencia.

El proyecto se divide en tres "categorías" de I+D, y en un conjunto de actividades de "demostración" que se desarrollan en dos "fases".

Las categorías de I+D, se dirigen hacia las cuestiones específicas señaladas por los usuarios o identificadas en investigaciones previas y se centran en:

1) las medidas de emergencia y contramedidas.

2) el mejoramiento de los sistemas de apoyo a las decisiones para aplicación operacional.

3) las estrategias de rehabilitación y orientación.

Las actividades de demostración ejercitan los métodos y herramientas desarrollados en un entorno operativo real. A través del programa de trabajo, también se han previsto diferentes actividades de formación para garantizar una amplia comunicación y la difusión de los resultados del proyecto.

La fase 1, con una duración de dos años, se ha centrado en los métodos y herramientas desarrollados en anteriores Programas Marco de la CE, incluyendo, de forma paralela, las actividades de I+D que ya estaban solicitadas por los usuarios finales. Al final de esta fase 1, el proyecto fué revisado utilizando la información de las actividades de demostración, actividades de formación, los resultados de I+D y las recomendaciones de los usuarios.

Como resultado de esta evaluación, la orientación estratégica y los elementos clave del programa de trabajo para los tres años restantes han sido redefinidos para acometer la Fase 2. A través de la integración, dentro de un proyecto común, de instituciones de I+D con las organizaciones responsables de la

gestión de emergencias y rehabilitación, los recursos del proyecto se han ido enfocando hacia las necesidades operativas de la toma de decisiones. Este proceso de colaboración en última instancia conducirá a una capacidad técnica compartida e integrada, así como a un enfoque metodológico y estratégico nacional y transfronterizo de la gestión de emergencias y la rehabilitación en Europa. Dicho enfoque, bien concebido, puede conducir progresivamente al desarrollo de una política europea para la gestión de emergencias y las estrategias de rehabilitación.

El interés de España en estas cuestiones se traduce en la participación en este proyecto del CSN, como organización responsable de la respuesta en las emergencias radiológicas y nucleares, junto con el CIEMAT y la ETSII (UPM) como organismos de I+D+T que, además, se ve reforzado mediante sendos acuerdos de colaboración entre ellos para el desarrollo del proyecto nacional ISIDRO (Integración del Sistema de ayuda a la Decisión RODOS en la sala de emergencias (SALEM) del CSN), examinado a la implantación y adaptación del sistema de ayuda a la decisión RODOS en la Sala de Emergencias (SALEM) del Consejo de Seguridad Nuclear.

Milagros Montero.
Investigadora CIEMAT

PUBLICACIONES

El OIEA unifica los principios fundamentales de la radioprotección, la gestión de los residuos y la seguridad nuclear

En una publicación muy esperada dentro de la colección de Normas de seguridad, el OIEA ha unificado en un solo conjunto los principios fundamentales de la protección contra las radiaciones ionizantes, la gestión de los residuos radiactivos y la seguridad nuclear. La primera versión del documento, en inglés, fue publicada en noviembre del 2006 con el título "Fundamental Safety Principles, Safety Standards Series No SF-1". La importancia dada por el OIEA al documento ha acelerado la edición en todas las lenguas oficiales. La versión española apareció un año más tarde con el título "Principios Fundamentales

de Seguridad" y con el mismo identificador. El documento constituye la cúspide de la pirámide reguladora que desarrolla el Organismo y es la piedra angular del régimen global de seguridad que el OIEA pretende introducir en todo el mundo.

El Organismo publicó los principios fundamentales de la seguridad en junio de 1993, los relativos a la gestión de los desechos radiactivos en marzo de 1995 y los concernientes a la protección radiológica en junio de 1995. Comparando estos documentos se concluye que la distinción histórica que se ha mantenido entre protección radiológica, gestión de residuos y seguridad nuclear es difícilmente justificable en el plano conceptual. Pronto se observó que los tres conjuntos de principios eran técnicamente compatibles, si bien se habían expresado de forma diferente. Sin embargo, aunque los deseos de unificación se expresan formalmente en el año 2000, se han nece-

sitado seis años para alcanzar el consenso entre las partes.

La importancia fundamental de los Principios Fundamentales de Seguridad reside en su amplia aceptación, que incluye a la

Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), la Organización Panamericana de la Salud (OPS),



el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), todas ellas organizaciones patrocinadoras del documento. En la redacción han trabajado 23 especialistas, entre los que no se encuentra ningún español, y ha sido revisado por los numerosos miembros de la Comisión y de los distintos Comités de Normas establecidos por el Organismo.

En 18 páginas de formato 16x24 y con un lenguaje sencillo, el documento declara que "El objetivo fundamental de la seguridad es proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes". Explica que para conseguir el objetivo es necesario hacer honor a un decálogo de principios que define y explica en el orden siguiente: Responsabilidad de la seguridad. Función del gobierno. Liderazgo y gestión en pro de la seguridad. Justificación de las instalaciones y actividades. Optimización de la protección. Limitación de los riesgos para las personas. Protección de las generaciones presentes y futuras. Prevención de accidentes. Preparación y respuesta en casos de emergencia. Medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados.

Los lectores de Radioprotección identificarán como propios los principios de la justificación, optimización y limitación de dosis, que en este caso se transforma en limitación de los riesgos que nacen de las instalaciones y de las actividades constituyendo así un enlace esencial con los antiguos principios de seguridad nuclear. También se reconocerá que el principio relativo a la protección de las generaciones presentes y futuras es típico de la gestión de los residuos radiactivos. El nuevo principio amplía el concepto a todo tipo de instalaciones y actividades cuya vida, como es el caso de las centrales nucleares, incluye tres o más generaciones de trabajadores y también a aquellos lugares en los que persistan contaminaciones como resultado de accidentes radiológicos. El análisis del documento revela otras sinergias de especial interés.

Los principios fundamentales van a ser desarrollados en requisitos, y estos en guías de seguridad, específicos de cada instalación o actividad, que sustituirán, con el tiempo, a los requisitos y guías actuales. Por ello, se espera que el documento sea considerado por los profesionales en cualquier campo de aplicación de las radiaciones y de la energía nuclear.

*Agustín Alonso Santos.
Miembro Honorario de la SEPR*

Publicaciones IAEA

Relative Biological Effectiveness in Ion Beam Therapy.

Technical Reports Series No. 461

Esta publicación abarca todos los aspectos de la eficacia biológica relativa (EBR) de haces de iones. Incluye medidas de RBE en laboratorio, las variables de influencia, las magnitudes dosimétricas y unidades. El acercamiento al uso clínico está basado en los hallazgos experimentales, modelos teóricos y la experiencia clínica previa con neutrones rápidos e iones. Esta publicación es el resultado de una iniciativa conjunta entre la IAEA y la ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements). En la actualidad es la única revisión extensiva de la RBE de los haces de iones y se espera que sea una referencia en los existentes y futuros centros que emplean haces de iones para uso terapéutico.



ISBN 978-92-0-107807-0

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs461_web.pdf

Comité de redacción

Managing Low Radioactivity Material from the Decommissioning of Nuclear Facilities.

Technical Reports Series N^o. 462

Este Report trata sobre los grandes volúmenes de materiales de bajas actividades que pueden ser clasificados como basura de bajo nivel a pesar de la existencia de otras opciones que pueden resultar más atractivas ecológicamente o económicamente. Este informe identifica las cuestiones a tener en cuenta para la realización de la estrategia apropiada basándose en la experiencia real de proyectos en los Estados miembros.



ISBN 978-92-0-109907-5

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs462_web.pdf

Comité de redacción

Managing the Socioeconomic Impact of the Decommissioning of Nuclear Facilities.

Technical Reports Series N^o. 464

Este Report trata sobre las consecuencias socioeconómicas de la parada final y desmantelamiento de una instalación nuclear y de como puede afectar a los trabajadores de la instalación y a los habitantes de las poblaciones cercanas. Los factores que afectan la severidad del impacto están descritos en función del tipo de instalación, de la ubicación y de las circunstancias que conducen a la parada final. Se acentúa la importancia de la planificación, de las comunicaciones y de las inversiones. Se presenta la experiencia internacional.



ISBN 978-92-0-110907-1

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs464_web.pdf

Comité de redacción

Publicaciones NEA

A Stakeholder Dialogue on the Implications of the ICRP Recommendations.

Summary of the Three NEA/ICRP Conferences. NEA#06169

Fecha publicación: 13-MAR-08, en inglés y francés

Desde su creación el Comité de la NEA para la Protección contra la Radiación y Salud Pública (CRPPH) ha participado en la evaluación y aplicación de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). El desarrollo de las nuevas recomendaciones generales de la ICRP, que reemplazan a las recomendaciones de la ICRP 60 (1990), es de gran interés para la NEA y los países miembros. Las nuevas recomendaciones de la ICRP fueron aprobadas en marzo de 2007.

Este report es el resumen de las tres conferencias internacionales de diálogo (que tuvieron lugar en Tokio, 5-6 de julio de 2006, Washington, DC, 28-29 de agosto de 2006, y Praga, 24-25 de octubre de

2006) que se organizaron para proporcionar información y "feedback" con la ICRP.

ISBN: 978-92-64-99033-3

<http://www.nea.fr/html/rp/reports/2008/nea6169-icrp.pdf>

Comité de redacción

Timing of High-level Waste Disposal NEA#06244

Fecha publicación: 15-MAY-08, en inglés y francés

Este estudio identifica los factores clave que influyen los tiempos de los residuos de alta actividad y analiza la aceptación social, la solidez técnica, la responsabilidad ambiental y la viabilidad económica del impacto en las estrategias nacionales de la gestión y eliminación de estos residuos. Sobre la base de análisis de estudio de caso, también presenta los enfoques estratégicos adoptados en una serie de políticas nacionales para abordar las preocupaciones del público y la sociedad civil en relación con las necesidades a

• largo plazo de gestión de residuos altamente radiactivos.

• Los resultados y conclusiones del estudio confirman la importancia de informar a todas las partes interesadas y su participación en el proceso de toma de decisiones a fin de aplicar estrategias de eliminación de residuos de alta actividad con éxito.

ISBN: 978-92-64-04625-2

Comité de redacción

Fe de erratas

• En el número 55, se omitieron parte de los autores del artículo "NCRP Report n.º. 151 vs Norma DIN 6847-22. Los autores del artículo son: Sánchez Jiménez, J; Rivas Ballarín, MA; Ruiz Manzano, P; Canellas Anoz, M; García Romero, A y Núñez Martínez LMR.

• Además, la sección www.sepr.es aparece firmada por error por el anterior coordinador de la página Web de la SEPR y no por el actual responsable de la misma que es Juan Carlos Mora.

• **European Electromagnetics, EUREM 2008.** Del 21 al 25 de Julio de 2008 en Lausanne, Switzerland. Más información en la página Web: <http://www.euroem.org>

AGOSTO

• **International Conference on Induced Mutations in Plants (ISIM).** Del 12 al 15 de agosto de 2008 en Viena, Austria.

• **7th International Conference on Nuclear and Radiochemistry.** Del 24 al 29 de agosto de 2008 en Budapest, Hungría. Más información en la página Web: www.nrc7.mke.org.hu/

SEPTIEMBRE

• **The 36th annual meeting of the European Radiation Research Society (EER 2008).** Del 01 al 04 de septiembre de 2008 en Tours, Francia.

OCTUBRE

• **Curso sobre recogida de muestras de los Planes de Vigilancia Radiológica Ambiental.** El Cabril, Córdoba.

• **Curso de medidas de contaminación radiactivas (fuentes no encapsuladas).** Del 06 al 09 de octubre de 2008 en el Instituto de Investigaciones Biomédicas CSIC-UAM, Madrid.

• **International Symposium on "In situ nuclear metrology as a tool for radioecology".** Del 13 al 16 de octubre de 2008 en Rabat, Marruecos.

• **12th Congress of International Radiation Protection Association (IRPA 12): Strengthening Radiation Protection Worldwide.** Del 19 al 24 de octubre de 2008 en Buenos Aires, Argentina.

• **European Microwave Week.** Del 27 al 31 de octubre en Amsterdam, Holanda. Más información en la página Web: <http://www.eumweek.com>

NOVIEMBRE

• **International Conference on Topical Issues in Nuclear Installation Safety: ensuring Safety for Sustainable Nuclear Development**

• Del 17 al 21 de noviembre en Mumbai, India. Más información en la página Web: www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/Mee-tings2008.asp

CONVOCATORIAS

"más información en www.sepr.es"

JUNIO

• **The 21st LH Gray Conference: The Radiobiology/Radiation Protection Interface.** Del 4 al 6 de junio en el Royal College of Physicians, Edinburgh. Más información en la página Web: <http://www.ipem.ac.uk/ipem%5Fpublic/default.asp?id=401>

• **25th International Congress of Radiology (ICR).** Del 05 al 08 de junio de 2008 en Marrakech, Marruecos.

• **The Bioelectromagnetics Society 30th Annual Meeting.** Del 8 al 12 de junio en San Diego, CA, USA.

• **9th International Conference on Applications of Nuclear Techniques.** Del 08 al 14 de junio de 2008 en Creta, Grecia. Más información en: <http://www.crete08.org/>

• **1st International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity.** Del 15 al 20 de junio de 2008 en

• Bergen, Noruega. Más información en: <http://www.radioecology.info/Bergen2008/>

• **European Conference on X-Ray Spectrometry EXRS 2008.** Del 16 al 20 de junio de 2008 en Cavtat, Croacia. Más información en: <http://exrs2008.irb.hr/>

• **7th International Topical Meeting on Industrial Radiation and Radioisotope Measurement Application.** Del 22 al 27 de junio de 2008 en Praga, República Checa.

• **ISOE European Symposium on Occupational Exposure Management at Nuclear Facilities.** Del 25 al 27 de junio de 2008 en Turku, Finlandia. Más información en: www.iso-network.net/

JULIO

• **Effects & Management of Electromagnetic Fields in the Hospital-Interference & Compatibility.** El 8 de Julio de 2008 en Fairmount House, York. Más información en: <http://www.ipem.ac.uk/ipem%5Fpublic/default.asp?id=397>



¡IRPA 12 CADA VEZ MÁS CERCA!

Como todos los socios de la SEPR saben, el próximo congreso general de la IRPA se celebrará del 19 al 24 de octubre de 2008 en Buenos Aires (recuérdese la entrevista a Eduardo Gallego,

Presidente del Comité del Programa Científico del Congreso en el anterior número de Radioprotección), y las **fechas clave** que se tienen por delante son las siguientes:

- 1 de julio de 2008 – Límite para el envío de los trabajos completos (hasta 10 páginas)
- 31 de agosto de 2008 – Límite de las inscripciones a cuota reducida (500 dólares USA, pasando a partir de esa fecha a 650 dólares)
- 19-24 de octubre de 2008 – Celebración del Congreso IRPA12 en Buenos Aires

Hay que recordar que para el envío de los trabajos completos al menos uno de los autores debe estar inscrito previamente, por lo que conviene no dejar para el final el trámite. Toda la información se encuentra disponible en la página web: www.irpa12.org.ar (apartados "Registration" y "Downloads").

Como puntos destacados del Programa hay que citar las cuatro sesiones plenarias sobre "Epistemología de la Protección Radiológica. Estado de los niveles y efectos de la radiación", a cargo de la OMS y el UNSCEAR, "El Paradigma de la Protección Radiológica. Armonización de las recomendaciones", con los Presidentes de la ICRP, la ICNIRP y el ICRU, "Armonización de la seguridad radiológica. Hacia un régimen internacional de seguridad" por el Comité Inter-Agencias para la Seguridad Radiológica (IACRS), y sobre "Participación de las partes interesadas en la elaboración de decisiones. Los principios orientativos de la IRPA".

Las sesiones temáticas, 38 en total, desarrollarán los temas concretos. La Tabla muestra el título de las sesiones junto con el número de trabajos recibidos para cada una, que en total ronda los 1.500 (¡un record absoluto en los congresos de la IRPA!). Cada sesión constará de una presentación invitada sobre temas clave, varios trabajos elegidos para su presentación oral breve, y un resumen de los pósteres elaborado por un relator-resumidor. Hay que destacar que la participación española en ellas será muy nutrida, ya que habrá dos ponentes y tres relatores, así como la excelente cifra de quince trabajos seleccionados para presentación oral.

El Programa de formación será también muy amplio, con un total de veinte Cursos de Refresco, además de 3 Seminarios largos, de 5 horas sobre la PR en el sector nuclear, la PR en el campo de las NORM, y la PR del Paciente. Dicho Programa está siendo acreditado por la AAHP (American Academy of Health Physics). Por parte española habrá un profesor de curso de refresco y la presencia de destacados colegas en la organización de dos de los seminarios.

Es muy importante subrayar que desde España se han remitido un total de 78 resúmenes, lo que significa la cuarta contribución en número, por detrás tan solo de Brasil (239), Argentina (107) y Francia (80), lo que, junto a las presencias destacadas antes comentadas, viene a reflejar el gran nivel en conjunto que la protección radiológica de nuestro país ha alcanzado.

En definitiva, sin duda el Congreso IRPA12 será el gran acontecimiento del año, tanto para IRPA como para la SEPR. Desde **RADIO-PROTECCIÓN** ofreceremos toda la información que ello merece.

Topical Session	Number of abstracts
I.1.1 External Exposure to Ionizing Radiation	180
I.1.2 Internal Exposure	80
I.1.3 Biological Dosimetry	25
I.2.1 Effects on Molecules, Organelles & Cells	43
I.2.2 Effects on Tissues and Organs	27
I.2.3 Radiopathology	12
I.2.4 Radio-epidemiology	43
II.1.1 Evolving International Safety Regime	14
II.1.2 National Infrastructures	41
II.1.3 Education, Training and Staffing	52
II.1.4 Safety and Security of Radiation Sources	31
II.2.1 Scope of Radiation Protection	19
II.2.2 Protection of the Public & Environment	106
II.2.3 Occupational Protection	65
II.2.4 Protection of Patients	38
II.3.1 Nuclear and Radiological Emergencies	64
II.3.2 Medical Response in Emergencies	18
II.3.3 Emergency Aftermath and Recovery	14
III.1.1 Nuclear Reactors	29
III.1.2 Nuclear Fuel-Cycle Facilities	21
III.1.3 Decommissioning and Restoration	33
III.1.4 Radioactive Waste Management	53
III.2.1 Power Frequency Electric and Magnetic Fields	11
III.2.2 Mobile Telecommunications	12
III.2.3 Optical Radiation and Ultrasound	9
III.2.4 Emerging EMF Technologies	7
III.3.1 RP in Diagnostic Radiology	105
III.3.2 RP in Interventional Radiology	38
III.3.3 RP in Nuclear Medicine	70
III.3.4 RP in Radiotherapy	50
III.4.1 Uranium Mining and Processing	15
III.4.2 Other Minerals Mining and Processing	25
III.4.3 Oil and Gas	12
III.4.4 NORM in Building and Radon	28
III.5.1 Transport of Radioactive Materials	15
III.5.2 Industrial, Research Applications and Security Screening	34
III.5.3 Radon and the public	50
III.5.4 Flights and Space	9
TOTAL NUMBER OF ABSTRACTS SUBMITTED TO IRPA 12	1.498

Eduardo Gallego
Presidente del Comité Científico de IRPA-12